236
g. 121 b (1
Fischer. J.C.
6 Bl.
39

<36602745740017

<36602745740017

Bayer. Staatsbibliothek

N°2.

Phyſikaliſches
Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter

ſo wohl

nach atomiſtiſcher als auch nach dynamiſcher Lehrart betrachtet

mit

kurzen beygefügten Nachrichten von der Geſchichte der Erfindungen und Beſchreibungen der Werkzeuge

in

alphabetiſcher Ordnung

von

D. Johann Carl Fiſcher

der Philoſophie Prof. zu Jena, der mathematiſch-phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Erfurth und der mineralogiſchen Geſellſchaft zu Jena Ehrenmitgliede.

Erſter Theil.

Von A bis Elektr.

Mit fünf Kupfertafeln in Quart.

Göttingen
bey Johann Chriſtian Dieterich
1798.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayeriſche Staatsbibliothek MÜNCHEN

Vorrede.

Es würde ganz wider meinen Zweck ſeyn, in einer kurzen Vorrede alle meine Gründe den geehrteſten Liebhabern der Naturwiſſenſchaft darzulegen, welche mich zur Herausgabe eines phyſikaliſchen Wörterbuchs bewogen haben. Nichts weniger, als Neuerungsſucht und leidenſchaftliche Geſinnungen vermochten mich zur Unternehmung dieſes Werkes hinzureißen; ganz allein vernünftige Betrachtungen über die Natur wirklicher Dinge, und gehörige Prüfung älterer und neuerer Vorſtellungen über ſelbige waren die vorzüglichſten Triebfedern, welche außer andern Urſachen mir Veranlaſſung hierzu gaben. Es dünkt

Bayerische Staatsbibliothek

mir, daß es jederzeit einer Wiſſenſchaft zuträglich ſey, verſchiedene Urtheile über dahin gehörige Gegenſtände zu prüfen und mit einander zu vergleichen, indem man dadurch wenigſtens Gelegenheit findet, dieſe Gegenſtände nach allen ihren Seiten zu betrachten, und der Wahrheit näher zu kommen. Eine jede Wiſſenſchaft muß, objektiv betrachtet, ihre eigenen Gründe beſitzen, unſer Geiſt forſchet darnach, und erhaſcht oft — den Schatten. In der Naturwiſſenſchaft insbeſondere, welche ganz auf Erfahrungsſätzen beruhet, hat es gewiß oft keine geringe Schwierigkeit, die Umſtände, unter welchen ein gewiſſes Phänomen erfolget, genau zu entdecken und anzugeben. Unſere Sinneswerkzeuge ſind ſehr vielen Täuſchungen unterworfen, und wenn ſie nur einmahl getäuſcht ſind, ſo iſt gewöhnlich hiervon eine ganze Reihe irriger Sätze die Folge. Alle Phänomene aber, welche wir an materiellen Dingen wahrnehmen, ſetzen wirkende Urſachen voraus, und dieſe müſſen nothwendig in materiellen, nicht geiſtigen Gegenſtänden aufgeſucht werden. Allein

die

die Materie ſelbſt iſt nichts weiter, als ein Phänomen, und ſetzet daher ebenfalls wirkende Urſachen voraus. Da nun dieſe ſchon außer der Grenze der Erfahrung liegen, ſo erhellet, daß ſie zum eigentlichen Gebiete der Naturlehre nicht mehr gehören, und daß ſie ganz allein aus metaphyſiſchen Gründen entwickelt werden müſſen, welche folglich die Phyſik vorausſetzet, und ihr gleichſam zur Grundlage dienen. Es muß daher der philoſophiſche Naturforſcher dieſen metaphyſiſchen Theil der Naturwiſſenſchaft nothwendig kennen, um die aus den Erfahrungen hergeleiteten Sätze auf die erſten Grundurſachen zurückführen zu können, welche allein beſtimmte Geſetze, folglich wahren Vernunftzuſammenhang der Erklärungen zulaſſen. Schon dieß rechtfertiget mich, wie ich glaube, hinlänglich, die Phänomene nicht allein nach dem atomiſtiſchen, ſondern auch und vorzüglich nach dem dynamiſchen Syſteme in dieſer Schrift zu beurtheilen. Die alphabetiſche Ordnung, welche in gewiſſen Hinſichten unverkennbare Vorzüge, ſelbſt vor dem wiſſenſchaftli-

chen Vortrage der Naturlehre hat, gibt mir hierzu die ſchönſte Gelegenheit, beyde Syſteme gehörig zu prüfen und zu zeigen, was und wie viel beyde vermögen. Verſchiedenes hiervon wird man unter andern bey dem Worte Attraktion und Cohäſion finden; eine kurze Vergleichung beyder Syſteme werde ich beſonders unter dem Artikel Grundkräfte im zweyten Theile dieſes Werkes anſtellen.

In ſehr vielen Artikeln dieſes erſten Theiles wird man manche Erläuterungen von demjenigen, was ich in meinen Anfangsgründen der Phyſik (Jena 1797.) nur kurz ſagen konnte, aber auch manches finden, was nach meiner jetzigen Ueberzeugung unter einem ganz andern Geſichtspunkte vorgetragen iſt. In Anſehung der gewöhnlichen Erklärungen einiger zur Phyſik gehörigen Wörter bin ich ebenfalls, und wie ich hoffe, nicht ohne allen Grund, in etwas abgewichen.

Die Quellen, woraus ich geſchöpft habe, ſind jederzeit angegeben worden; dahin gehöret unter andern auch des ſel. Dr. Gehlers phyſikaliſches

Wörterbuch, welches mir vorzüglich bey der alphabetiſchen Anordnung der Artikel ſehr zu Statten gekommen iſt; bey Vergleichung deſſelben aber mit dem meinigen wird man ſehr viele und beträchtliche Abweichungen finden.

So ſehr ich mich auch gehütet habe, die ſo läſtigen Wiederhohlungen gänzlich zu vermeiden, ſo ſchien mir dieß doch nicht allemahl, ohne der Deutlichkeit zu ſchaden, angehen zu wollen, zumahl da das ſtete Hinweiſen auf die damit in Verbindung ſtehenden Artikel für den Leſer noch weit mühſamer iſt. Indeſſen wird man doch nur ſehr wenige und ganz kurze Wiederhohlungen bemerken.

Uebrigens muß ich es dem Urtheile Sachverſtändiger überlaſſen, ob und in wie fern es der Phyſik in der Folge noch einträglicher ſeyn könne, dieſelbe auf die Erforſchung der dynamiſchen Erklärungsgründe zu leiten. Ich habe mich wenigſtens bemühet zu zeigen, daß die Phyſik nach der dynamiſchen Lehre alle ihre Gründe aus den materiellen Subſtanzen herhohlet, und keine geiſti-

ſtigen

ſtigen Einwirkungen, wie man nach der atomiſtiſchen Lehre zuletzt nothwendig annehmen muß, vorausſetzet, und dieß wird, wie ich hoffe, ſchon Bewegungsgrund genug ſeyn, dieſe Lehre nicht mit ganz gleichgültigen Augen zu betrachten. Doch irren iſt menſchlich, und es wird mir gegründeter Tadel allemahl ſehr lehrreich ſeyn. Ich glaube wenigſtens den Naturforſchern eine Schrift in die Hände zu geben, welche nicht ganz unnütz ſeyn wird, und dieß iſt ſchon für mich Belohnung genug.

Jena, im April 1798.

J. C. Fiſcher.

Phyſika-

Phyſikaliſches Wörterbuch

oder

Erklärung der vornehmſten zur Phyſik gehörigen Begriffe und Kunſtwörter nach alphabetiſcher Ordnung.

A.

Aal, elektriſcher ſ. Zitteraal.

Abdampfen, Abrauchen (euaporatio, euaporation). Hierunter verſteht man in der Chemie eine Arbeit, von flüſſigen Gemiſchen flüchtige Subſtanzen von weniger flüchtigen vermittelſt eines gewiſſen Grades von Wärme und der Luft abzuſondern, ohne ſelbige zum weitern Gebrauch in einem beſondern Gefäße aufzufangen. Es geſchiehet dieſes Abdampfen in offenen und flachen Gefäßen, um dadurch der Luft eine deſto größere Oberfläche auszuſetzen, und die flüchtigern Theile in kürzerer Zeit davon zu laſſen. Zu dieſem Zwecke wird auch wohl bey manchen Gemiſchen ein Luftzug auf die Oberfläche angebracht. So wird z. B. das Waſſer bey Salzauflöſungen in Schaalen, Pfannen u. d. g. abgedampft, um dadurch die Salze, welche in Cryſtallen anſchießen, in feſter Geſtalt zu gewinnen. Die größere und geringere Stärke, womit die flüchtigen Theile mit den weniger flüchtigen zuſammenhangen, ſo wie die nach der verſchiedenen Natur der Subſtanzen unendlich verſchiedenen Grade der Flüchtigkeit derſelben erfordern beym Abdampfen verſchiedene Wärme. So verlangen mehrere Arten von Salzauflöſungen auch verſchiedene Wärmegrade, und bey verſchiedenen Subſtanzen wird anfänglich eine geringe, nach und nach aber eine größere Wärme zum Abdampfen erfordert. Das Geſchäft des Abdampfens hat allemahl zur Abſicht, die zurückbleibenden Theile zu gewinnen, indem die verflüchtigten in der Luft zerſtreuet werden, und eben in dieſem letztern Umſtande unterſcheidet ſich das Abdampfen vom Deſtilliren. Es verurſachet alſo die Wärme

ganz allein, daß die flüchtigen Theile von den weniger flüchtigen abgeſondert werden. Die Expanſivkraft der Wärmematerie reißt nähmlich die flüchtigern Theile des flüſſigen Gemiſches mit ſich fort, oder verwandelt ſie in eine dampfförmige Flüſſigkeit ſ. **Dämpfe.**

Abend, Abendgegend, Abendſeite (occidens, plaga occidentalis, occident, Oueſt). Iſt diejenige Seite des Horizontes, wo die Sterne untergehen. Wenn irgend ein Beobachter ſein Geſicht gegen Mittag richtet, ſo iſt ihm der Abend gerade zur Rechten.

Abend, Abendzeit (veſpera, ſoir), iſt diejenige Zeit, um welche die Sonne untergehet, und iſt in verſchiedenen Jahreszeiten verſchieden.

Abenddämmerung ſ. **Dämmerung.**

Abendpunkt, Weſtpunkt (occidens, occident, couchant, Oueſt). Iſt derjenige Punkt, welchen der Aequator mit dem Horizonte an der Abendſeite gemein hat, welcher folglich der Durchſchnittspunkt des Aequators mit dem Horizonte iſt. Gerade zur Zeit der Herbſt- und Frühlingsnachtgleiche geht die Sonne in dieſem Punkte unter, indem ſie ſich alsdann im Aequator befindet. In der übrigen Zeit aber iſt der Untergangspunkt der Sonne von dieſem Abendpunkte entfernet; im Winter nähmlich würde der Untergangspunkt der Sonne bey uns mehr gegen die Mittagsſeite, im Sommer aber mehr gegen die Mitternachtsſeite hin fallen. Der Abſtand des Untergangspunktes der Sonne von dem Abendpunkte iſt mit der Abendweite der Sonne einerley (ſ. **Abendweite**), und am längſten Tage im Sommer und am kürzeſten Tage im Winter am gröſten.

Abendröthe. Iſt diejenige Röthe am Himmel und an den Wolken, welche zur Zeit des Unterganges der Sonne wahrgenommen wird. Auch bey Sonnenaufgang wird ſie bemerket, und heißt daher **Morgenröthe** (aurora, aurore). Ohne Zweifel iſt die Urſache hiervon darin zu ſuchen,

daß

daß die auf die Wolken oder Dünſte der Atmoſphäre auffallenden Strahlen ſo reflektiret werden, daß nur die rothen in unſer Auge kommen können.

Abendſtern (heſperus), der Zunahme eines bekannten Planeten, der Venus. Wenn nähmlich die Differenz der Länge der Venus von der Länge der Sonne ſo groß iſt, daß man ſie am Abendhorizont nach Sonnenuntergang noch ſehen kann, ſo heißt ſie der Abendſtern. S. **Venus.**

Abendweite (amplitudo occidua, amplitude occaſe ou occidentale). Man verſteht hierunter die Entfernung des Abendpunktes von dem Untergangungspunkte eines Sternes. Wenn (tab. I. fig. 1) o der wahre Weſtpunkt, a o b der Aequator und p d ſ ein Deklinationskreis des Sternes ſ iſt, ſo wird die Abendweite dieſes Sternes der Bogen o ſ des Horizontes ſeyn. Die Abendweite iſt theils **ſüdlich**, theils **nördlich**, nachdem der Stern in der ſüdlichen oder nördlichen Halbkugel ſich befindet. So wird in der Zeichnung die Abendweite o ſ ſüdlich ſeyn, weil o ſ gegen Mittag, hingegen o h nördlich, weil o h gegen Mitternacht gerichtet iſt. Will man die Abendweite o ſ finden, ſo muß in dem bey d rechtwinklichten Kugeldreyecke die Seite ſ d oder die Abweichung des Sternes ſ nebſt dem Winkel o oder der Aequatorhöhe des Ortes gegeben ſeyn; alsdenn hat man

$$\text{ſin. o : ſin. tot.} = \text{ſin. ſd : ſin. oſ. oder}$$

$$\text{ſin. Aequatorh. ſin. tot.} = \text{ſin. Abweich : ſin. Abendweite}$$

$$\text{mithin ſin. Abendweite} = \frac{\text{ſin. tot.} \times \text{ſin. Abweichung}}{\text{ſin. Aequatorhöhe}}$$

und für ſin. tot. = 1

$$\text{ſin. Abendw.} = \frac{\text{ſin. Abweich.}}{\text{ſin. Aequatorh.}} = \frac{\text{ſin. Abweichung}}{\text{coſ. Polhöhe}}$$

weil die Aequatorhöhe und Polhöhe einander zu 90 Graden ergänzen. S. **Aequatorhöhe** und **Polhöhe**. Vermöge dieſer Formel kann nun eine Tabelle berechnet werden, aus welcher für die Polhöhe eines jeden Ortes und für die Deklination eines jeden Sternes die Abendweite genommen werden

kann. Eine ſolche findet man in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln im dritten Bande Seite 255.

Die Abendweite der Sonne für Jena am längſten und kürzeſten Tage findet man alſo: es iſt nähmlich die Polhöhe = 51° 2′, die Abweichung der Sonne = 23° 28′, folglich

l. ſin. tot. + l. ſin. Abweichung	=	19,6001181
l. coſ. Polhöhe	=	9,7985596
und l. ſin. Abendweite	=	9,8015585
und daher die Abendweite	=	39° 17′ 42″.

Abirrung des Lichtes (aberratio lucis, aberration de la lumière). Hierunter verſteht man eigentlich den Winkel, welchen die beyden Richtungslinien einſchließen, nach denen ein leuchtender Punkt, welcher zur Fortpflanzung des Lichtes Zeit gebrauchet, geſehen wird, wenn entweder dieſer Punkt oder das Auge des Beobachters oder auch beydes in Bewegung iſt. Es ſey (fig. 2) l ein leuchtender Punkt, welcher ſich in der geraden Linie la mit der Geſchwindigkeit γ gleichförmig, und das Licht mit der Geſchwindigkeit φ bewege. Das Auge o aber ſey in relativer Ruhe, ſo kann nun der Punkt l nicht mehr in l ſeyn, wenn das Auge ſelbigen in der Richtung ol ſiehet, woſern das aus l ausfließende Licht die Zeit t gebrauchet, um von l nach dem Auge o des Beobachters zu kommen. Man nehme an, in dieſer Zeit t ſey der Punkt von l nach a gerückt, ſo wird er allenthalben in ſeiner Bahn folglich auch in l nach allen Seiten hin Licht mit der Geſchwindigkeit φ ausſenden. Wenn alſo der Lichtſtrahl lo ins Auge kommt, ſo wird auch Licht nach lb parallel mit ao ausgefloſſen ſeyn, und es iſt folglich die Bewegung des Lichtes nach der Richtung lo aus beyden Seitenbewegungen nach den Richtungen lb = ao und la zuſammengeſetzet. S. **Zuſammenſetzung der Bewegung.** In dem Dreyecke lao hat man nun

$$ao : la = \varphi : \gamma = \text{ſin. } ola : \text{ſin. } loa, \text{ mithin}$$

$$\text{ſin. } loa = \frac{\gamma}{\varphi} \text{ ſin. } ola$$

Wenn

Wenn alſo der Winkel ola nebſt der Geſchwindigkeit des Lichtes und der Geſchwindigkeit des leuchtenden Punktes in ſeiner Bahn bekannt iſt, ſo läßt ſich der Winkel loa als die Abirrung des Lichtes finden. Wäre hingegen der leuchtende Punkt l (fig. 3) in relativer Ruhe, das Auge o aber bewege ſich in der Zeit t von o nach c mit der gleichförmigen Geſchwindigkeit γ, ſo wird es für das Auge einerley ſeyn, wenn man annimmt, das Auge ruhe, der leuchtende Punkt l aber bewege ſich mit der Geſchwindigkeit γ nach einer dem Auge entgegen geſetzten Richtung, und durchlaufe in der Zeit t den Weg la gleich und parallel mit oc. S. **Bewegung.** Folglich würde oa die Richtung ſeyn, nach welcher der ſtrahlende Punkt l geſehen würde, wenn das Licht gar keine Zeit gebrauchte, von l nach c zu kommen; da aber dieſes das Auge, welches in ſeiner Bewegung ſich befindet, erſt nach Verlauf einer gewiſſen Zeit rühret, ſo hat es eben die Empfindung, als wenn das Licht mit beyden Geſchwindigkeiten fortgehe, nähmlich mit der Geſchwindigkeit φ nach der Richtung lc und mit der Geſchwindigkeit γ nach der Richtung dc der Bewegung des Auges gerade entgegen. Folglich wird der leuchtende Punkt l von dem Auge in c in der Richtung ce, oder in der Diagonale des Parallelogramms $lcde$ beobachtet. Zieht man nun bo parallel mit ec, ſo iſt der Winkel $aob = lce =$ der Abirrung des Lichtes, und man hat

$$ao : ab = \varphi : \gamma = \sin.\, abo : \sin.\, aob$$

folglich $\sin.\, aob = \frac{\gamma}{\varphi} \cdot \sin.\, abo$

woraus ſich wiederum die Abirrung des Lichtes finden ließe. Vermittelſt ähnlicher Schlüſſe kann man auch die Abirrung des Lichtes finden, wenn nicht allein das Auge, ſondern auch der leuchtende Punkt in Bewegung iſt.

Den Gedanken, daß das Licht zu ſeiner Fortpflanzung Zeit gebrauche und nicht urplötzlich erfolge, veranlaßten vorzüglich die Beobachtungen der Verfinſterungen der Jupiters-

trabanten. Man fand nähmlich, daß die Finſterniſſe der Jupiterstrabanten allemahl etwas ſpäter erfolgten, als es der Rechnung gemäß ſeyn ſollte, wenn Jupiter mit der Sonne in Zuſammenkunft, im Gegentheil aber etwas früher, wenn er mit der Sonne im Gegenſchein war. Schon die Herrn **Caſſini** [α]) und **Olof Römer** fielen im Jahre 1675 auf den Gedanken, daß die Urſache hiervon in der Bewegung des Lichtes, welches zu ſeiner Fortpflanzung Zeit gebrauche, zu ſuchen ſey. Caſſini änderte jedoch dieſe ſeine Meinung wieder, da hingegen Römer die Hypotheſe von der allmähligen Fortpflanzung des Lichtes ſtark vertheidigte. Gegen dieſe Hypotheſe machte Herr **Miraldi** [β]) verſchiedene Erinnerungen, und behauptete, daß das Licht urplötzlich erfolge. Auf Veranlaſſung des Dr. **Hook** [γ]), welcher mit einem 36füßigen Fernrohre zu London an dem Sterne γ oder B im Drachen Beobachtungen anſtellte, und daraus zu ſchließen glaubte, daß bey den Fixſternen eine jährliche Parallaxe (ſ. **Parallaxe**) von ungefähr 40 Sekunden ſtatt finde, ward **Jakob Bradley** [δ]) aufmerkſam gemacht, dergleichen Beobachtungen an den Fixſternen mit größerem Fleiße anzuſtellen. Zu dem Ende gebrauchte er im Jahre 1725 in Kew bey London einen von Graham verfertigten Sektor von 24 Fuß im Halbmeſſer, und beobachtete mehrere Tage hinter einander die Abſtände einiger Sterne vom Scheitel Dergleichen Beobachtungen ſtellte er drey ganzer Jahre hindurch an, und ſuchte dadurch unwiderſprechlich zu beweiſen, daß die jährliche Parallaxe der Fixſterne noch lange nicht 2 Sekunden betragen könne; dagegen entdeckte er eine periodiſch-ſcheinbare Veränderung in der Lage der Fixſterne, welche er nicht anders, als aus einer zuſammengeſetzten Bewegung

α) *Jo. Dom. Caſſini* discuſſio problematis, de motu luminis progreſſiuo in dem tract. de origine et progreſſu aſtronomiae.

β) Der königlichen Akademie zu Paris phyſiſche Abhandlungen Th. III. aus dem Franzöſiſchen von Wolf Baltha. Adolf v. Steinwehr. Breslau 1749. 8. S. 36.

γ) Tentamen pro probanda telluris reuolutione. Lond. 1674. 4.

δ) Philoſoph. transact. n. 406. art. 4.

wegung des Lichtes und der Erde erklären konnte, und nennte dieſe ſcheinbare Bewegung die Abirrung des Lichtes. Nach einer genauen Angabe des Bradley beträgt die Zeit, in welcher das Licht einen Weg, der der Entfernung der Sonne von der Erde gleich iſt, gleichförmig durchläuft, 8 Minuten $7\frac{1}{2}$ Sekunden. S. **Licht.**

Es ſey (fig. 4) tcda die Erdbahn in der Ebene der Ecliptik ilkm, ſ die Sonne und ſg die Axe der Ecliptik, folglich g der dazu gehörige Pol; ferner ſey f ein Fixſtern, igk ein durch den Fixſtern laufender Breitenkreis (ſ. **Breitenkreis**) und t die Erde. Man nehme nun an, die Erde bewege ſich mit der Geſchwindigkeit φ nach der Richtung der Tangente tb, und das Licht mit der Geſchwindigkeit γ in der Richtung ft. Man nehme $ft : tb = \gamma : \varphi$, und verzeichne das Parallelogramm ftbg, ſo iſt die Abirrung des Lichtes = ftg, und der Fixſtern wird in der Richtung tg geſehen. Es ſcheint alſo der Fixſtern alle Jahre eine Ellipſe zu beſchreiben, deren große Axe mit der Ecliptik parallel, deren conjugirte Axe aber ein kleiner Theil des Breitenkreiſes iſt. Hätte die Erde ihre Stelle in d, ſo daß der Fixſtern f mit der Sonne im Gegenſchein wäre, ſo erſcheinet er in ſeiner elliptiſchen Bahn in h. Wenn die Erde nach c fortgerücket iſt, ſo erſcheinet der Stern im Geviertſchein nach der Zuſammenkunft mit der Sonne; alsdenn iſt ſeine Breite am kleinſten. Hierauf nimmt die Breite des Sterns wieder zu, und wird am gröſten, wenn die Erde in a anlangt, folglich der Stern im Geviertſchein nach dem Gegenſchein mit der Sonne iſt. Die von Bradley angeſtellten Beobachtungen ergeben, daß alles dieſen Schlüſſen gemäß erfolge. Es gibt alſo die Abirrung des Lichtes einen vorzüglichen Beweis von der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne ab. Durch eine leichte Rechnung findet man, daß die Geſchwindigkeit des Lichtes 10310 mahl größer iſt als die Geſchwindigkeit der Erde; mithin hätte man $tb : tf = 1 : 10310$ und $\frac{tb}{tf} = \frac{1}{10310} = 0{,}0000969$. Vermöge der trigono-

nometriſchen Tafeln findet man tang. 1 Minute = 0,0002909 für den Halbmeſſer = 1, und man kann ſetzen

$$0{,}0002909 : 0{,}0000969 = 60'' : 20''$$

Folglich iſt die gröſte Abirrung des Lichtes, wenn der Fixſtern mit der Sonne in Zuſammenkunft oder im Gegenſchein ſich befindet, 20 Sekunden, welches vollkommen mit den Beobachtungen übereinſtimmet. Man ſiehet aber hieraus, daß die Abirrung des Lichtes zwiſchen der wahren Länge und Breite, der Rectaſcenſion und Deklination eines Sternes von der ſcheinbaren einen kleinen Unterſchied von wenigen Sekunden macht, welcher aber von der Lage des Sternes mit der Sonne abhängt. Die Theorie von den Veränderungen in den Erſcheinungen der Fixſterne und der Planeten, welche von der Abirrung des Lichtes abhangen, findet man von **Euler** in commentat. Acad. Petropol. T. XI. p. 150 und in memoir. de l'Academie de Pruſſe 1746. p. 141. und Tabellen hierzu in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln 1776. B. III. p. 162. unter der Aufſchrift: für die Abirrung des Lichtes der Planeten und Cometen. Ferner hat man dergleichen Tabellen von **Metzger** (tabulae aberrationum et mutationum. Manhem. 1788.) und Supplemente hierzu von **de Lambre** (connoiſſance de temps 1789. 1790. 1791.).

M. ſ. Lehrbegriff der geſammten Mathematik von **Wenc. Joh. Guſt. Karſten** Th. VII. Greifswald 1775. 8. Optik VI. Abſchn. S. 59 u. f. **Deſſelb.** Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Greifswald 1780. 8. Band III. Optik V. Abſchn. S. 54 u. f. Vollſtändiger Lehrbegriff der Optik nach Herrn **Robert Smith's** engl. mit Veränderungen und Zuſätzen von **Abrah. Gotth. Käſtner.** Altenb. 1755. 4. Buch 4. Cap. 7. S. 353. **Joh. Elert Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. I. §. 405-408 Th. II. §. 621. Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in einer Reihe von Briefen von **Michael Hube.** Leipz. 1794. B. III. 13. Brief S. 99 u. f.

Ableiter ſ. **Blitzableiter.**

Abprallung ſ. **Zurückwerfung.**

Abprallungswinkel ſ. **Zurückwerfungswinkel.**

Abſolut heißt dasjenige, was an und für ſich ohne Beziehung auf etwas ähnliches betrachtet wird, und iſt dem relativen entgegengeſetzet.

Abſorbirend nennt man überhaupt alle diejenigen Materien, welche ſich mit den Säuren verbinden. Mehrentheils geſchiehet bey Aufgießung der Säuren auf abſorbirende Materien ein Aufbrauſen, wie z. E. bey der Kreide, dem Marmor, Kalkſpath u. d. gl. wobey ſich allemahl ein Gas (ſ. Gas) entwickelt, das ſich durch den pnevmatiſch-chemiſchen Apparat gewinnen läßt. Ob aber das Gas wirklich ſchon in den Materien in gebundenem Zuſtande da geweſen, oder ob es ſich bey Aufgießung der Säuren erſt erzeuget, das ſoll unter dem Artikel **Gas** weiter ausgeführet werden.

Abſtand ſ. **Entfernung.**

Abſtand vom Mittage (diſtantia a meridie, diſtance au meridien) iſt ein Bogen des Aequators von dem Mittagskreiſe gerechnet bis zu dem Punkt, in welchem der Abweichungskreis eines Sternes den Aequator ſchneidet. Wäre (fig. 5) ſf die Abweichung des Sternes ſ, a b p q der Mittagskreis, und a v b der Aequator, ſo iſt a f der Abſtand des Sternes ſ vom Mittage. Aus der gegebenen Abweichung ſf, der Polhöhe p k und der Höhe des Sternes ſh ließe ſich der Abſtand des Sternes vom Mittage finden, indem alsdenn im ſphäriſchen Dreyecke g ſ p die drey Seiten bekannt ſind, woraus der Winkel ſ p g, wovon a f das Maß iſt, berechnet werden kann.

M. ſ. aſtronomiſche Abhandlungen von **Abr. Gotth. Käſtner.** Göttingen, 1772. 3te Abhandl. S. 127 u. f.

Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage (diſtantia aequinoctii a ſole, diſtance de l'equinoxe au ſoleil ou au meridien). Hierunter verſteht man den Bogen des Aequators vom Frühlingspunkte an gerechnet bis zu dem

dem Punkte des Aequators, welcher in dem Augenblicke in den Mittagskreis kommt. Man druckt ihn gewöhnlich in Graden oder auch in Zeit aus. Wäre (fig. 5) a v b der Aequator, e v b die Ecliptik, a b p q der Mittagskreis und v der Frühlingspunkt, ſo würde der Bogen v b der Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage ſeyn. In Graden findet man dieſen Bogen jederzeit 360° weniger der geraden Aufſteigung der Sonne (ſ. **Aufſteigung, gerade**). Man ſetze z. E. die gerade Aufſteigung der Sonne ſey 140°, oder die Sonne komme mit dem 140° des Aequators im Meridian, ſo wird auch in dieſem Augenblicke der Abſtand der Nachtgleiche vom Mittage = 360° — 140° = 220° ſeyn, d. h. es müſſen nun noch 220° des Aequators durch den Mittagskreis geſchoben werden, bis der Frühlingspunkt dahin kommt. Sind nun die Grade des Aequators in Zeit entweder **Stern**- oder **Sonnenzeit** (ſ. **Sternzeit, Sonnenzeit**) verwandelt worden, ſo läßt ſich auch dieſer Abſtand in Zeit verwandeln. In dem angeführten Beyſpiele geben 220° ſo viel als 14 Stunden 40 Minuten Sternzeit oder 14 Stunden 37 Minuten 36 Sekunden mittlere Sonnenzeit.

Abſtand vom Scheitel oder **Zenith** (diſtantia a vertice, diſtance au Zenith) iſt der Bogen eines Scheitelkreiſes vom Zenith an gerechnet bis zu einem merkwürdigen Punkte z. E. einem Stern am Himmel. Weil ein jeder Scheitelkreis auf dem Horizonte ſenkrecht ſteht, folglich der Abſtand des Scheitels vom Horizonte 90° beträgt, ſo wird die Höhe eines Sternes oder eines merkwürdigen Punktes und ſein Abſtand vom Scheitel zuſammen ebenfalls 90° ausmachen. Es läßt ſich alſo aus der bekannten Höhe der Abſtand vom Scheitel ſehr leicht finden. Wäre z. E. die Höhe eines Sternes = 40° 15′, ſo iſt ſein Abſtand vom Scheitel = 49° 45′.

Abſteigende Knoten ſ. **Knoten.**

Abſteigende Zeichen ſ. **Zeichen.**

Abſteigung (deſcenſio, deſcenſion). Sie wird in **gerade** (recta, droite) und in **ſchiefe** (obliqua, oblique)

que) **Abſteigung** eingetheilet. Die gerade Abſteigung iſt *mit* der geraden Aufſteigung (ſ. **Aufſteigung, gerade**) völlig einerley; unter der ſchiefen Abſteigung aber verſteht man einen Bogen des Aequators, welcher vom Frühlingspunkte an bis zu dem Punkte deſſelben, womit ein Stern zugleich untergehet, gerechnet wird. Die Differenz der geraden und ſchiefen Abſteigung wird die **Deſcenſionaldifferenz** genennt. Iſt dieſe Differenz bekannt, ſo hat man

ſchiefe Abſteig. = gerade Abſt. + Deſcenſionaldiffer.

wo die Deſcenſionaldifferenz auch negativ ſeyn kann.

Abſtoßen, Zurückſtoßen, Repulſion (repulſio, repulſion). Hierunter verſteht man die Eigenſchaft der Körper, vermöge welcher ſie ſich einander zu entfernen trachten, oder der Annäherung anderer widerſtehen.

Die atomiſtiſche Lehrart, nach welcher die Materie aus abſolut undurchdringlichen Körperchen, welche **Atome** (ſ. **Atome**) genennet werden, beſteht, nimmt keine der Materie weſentlich zukommende weder zurückſtoßende noch anziehende Kraft an, ſondern ſetzt bloß feſt, daß eine gewiſſe allgemeine Anziehung, deren Urſache unbekannt iſt, die Körpertheilchen in Verbindung bringe. Hiernach wird die primitive Materie als gleichartig betrachtet, und der mannigfaltige Unterſchied der Körper liegt allein in den unendlich verſchiedenen Geſtalten der Grundkörperchen, und der daher rührenden leeren Zwiſchenräumchen zwiſchen denſelben. Daraus würde nun ſchon von ſelbſt folgen, daß kein gegenſeitiges Abſtoßen der Körper als Wirkung einer abſtoßenden Kraft ſtatt finden könne, und daß es nur Schein wäre, wenn dergleichen wahrgenommen würde. Daher iſt es allerdings nothwendig, die wahre Urſache hiervon weiter zu entdecken. Es findet aber kein anderes Abſtoßen ſtatt, als nur bey elaſtiſchen Körpern, wie die Erfahrung beweiſet; folglich müßte die Elaſticität nicht durch Zurückſtoßen, ſondern durch Anziehen erkläret werden. So findet z. E. das ſcheinbare Zurückſtoßen der Theilchen bey der Luft in einem hohen Grade ſtatt, und es wird immer größer, je mehr die Luft erwärmet

wird. So wenig man nur irgend einen Grund nach der atomiſtiſchen Lehrart von der Elaſticität angeben kann, eben ſo wenig konnte man das ſcheinbare Zurückſtoßen der Körper von Demokrit an bis auf unſere Zeiten durch Anziehen erklären, bis zuletzt Herr Hofrath **Mayer** *) in Erlangen einen ſinnreichen Ausweg fand, das ſcheinbare Zurückſtoßen als eine wahre Anziehung zu betrachten. Er ſtellt ſich vorzüglich bey flüſſigen Materien vor, daß ſich um die Theilchen derſelben Atmosphären von Wärmeſtoff bildeten (ſ. **Wärmeſtoff**), deren Dichtigkeit in einer jeden Entfernung von dem Körpertheilchen, das die Atmosphäre anzöge, durch die Anziehung ein beſtimmtes Maximum habe, welches entweder ohne eine größere Anziehung des Körpertheilchens oder ohne Anwendung äußerer Kraft nicht überſchritten werden könnte. Würde nun eine ſolche Atmosphäre durch eine äußere Kraft zuſammengedruckt, ſo würde nach Nachlaſſung derſelben jene Dichtigkeit in ihre vorige Grenzen wieder zurückgehen, weil diejenige Menge von Wärmeſtoff, welche in jeder Schichte der Atmosphäre durch die Anziehung des Körpertheilchens erhalten werden kann, nothwendig diejenige Menge aus der Stelle verdrängen müſſe, welche über den gehörigen Grad daſelbſt angehäuſet wäre. Außerdem komme noch hinzu, daß eine ſolche Atmosphäre auch ihre beſtimmte Geſtalt habe, welche von der Geſtalt des Körpertheilchens abhange, und ſich nach Nachlaſſung der äußern Kraft eben ſo wieder herſtellen müſſe, wie die Figur eines Queckſilbertropfens, den man platt gedruckt hätte. Hier wäre alſo die Wiederherſtellung der Figur bloß als ein Erfolg des Strebens nach Gleichgewicht in der Anziehung. Bey den Luftarten ließe ſich nach eben der Annahme der Atmosphäre vom Wärmeſtoffe um die Theilchen die ſpecifiſche Elaſticität durch Anziehung erklären. Sollte man jedoch hierbey Anſtoß finden, ſo ließe ſich auch die Elaſticität der luftförmigen Stoffe durch Anziehung, wie es ſchon ältere Naturforſcher unter andern

de

*) Ueber die Geſetze und Modifikationen des Wärmeſtoffs. Erlangen, 1791. 8.

de **Lanis** [α]) gethan hätte, auf folgende Art erklären: be-
ſtehe nähmlich eine Luftart aus einer Auflöſung eines Stoffs
im Wärmefluidum, und werde in einem Gefäße zuſammen-
gedruckt, deſſen Zwiſchenräume undurchdringlich für die
Grundtheilchen der Baſis, nicht aber für den Wärmeſtoff
wären, ſo würde der Wärmeſtoff genöthigt werden, durch
dieſe Zwiſchenräumchen zu entweichen. Anfänglich würde
dieß leicht von ſtatten gehen, ſo lange der locker anhängende
Wärmeſtoff ausgetrieben würde; nachher aber würde immer
mehr Gewalt nöthig ſeyn, bis man zuletzt gar nicht mehr
im Stande wäre, den die Theilchen zunächſt umgebenden
Wärmeſtoff abzuſondern. Ließe man nun mit dem Drucke
nach, ſo würde der Stempel zurückgetrieben, nicht weil die
Luft urſprüngliche Elaſticität habe, ſondern weil ſie jetzt ſo
viel Wärmeſtoff, als ſie verloren hatte, wieder einſaugen
könne, wodurch ſie in einen größern Raum ausgebreitet wer-
den müſſe. — Was man doch nicht alles mit dem Wär-
meſtoffe beweiſen kann! — Dieß ſind doch wahrhaftig lau-
ter künſtlich ausgeſonnene Hypotheſen, welche vorzüglich
deßwegen höchſt unwahrſcheinlich ſind, weil es noch durch
keinen einzigen Verſuch entſcheidend hat dargethan werden
können, daß es in den Körpern leere Zwiſchenräume gebe.
Fänden nun aber wirklich keine ſtatt, wie könnte alsdenn
ein Theil vom Wärmeſtoffe entweichen? — Jedoch würde
ſodann nach der atomiſtiſchen Lehrart keine Elaſticität ſtatt
finden können; daher iſt man in die abſolute Nothwendigkeit
verſetzet, leere Zwiſchenräume nach ſeinem Bedürfniſſe groß
oder klein anzunehmen und durch Fiktionen der Natur gleich-
ſam zu Hülfe zu kommen.

Die dynamiſche Lehrart ſetzt das Weſen der Materie
in zurückſtoßende und anziehende Kräfte (ſ. **Kraft, zu-
rückſtoßende, anziehende**), und hiernach iſt man ſchlech-
terdings genöthiget, aller Materie Abſtoßen und Anziehen
weſentlich beyzulegen. Herr **Kant** [β]) hat unwiderſprech-
lich

[α]) Magiſterium naturae et artis. Brixiae, 1684. Tom. II. p. 222.
[β]) Metaphyſiſche Anfangsgr. der Naturwiſſenſchaft. Riga, 1787. 8.

lich bewieſen, daß dieſe Lehrart dem empiriſchen Begriffe der Materie weit angemeſſener als die atomiſtiſche ſey. Herr **Gren** [α]), welcher anfänglich noch der atomiſtiſchen Lehrart zugethan war, nahm die Expanſivkraft oder Dehnkraft als eine eigene Grundkraft der Natur an, weil ſie aus unläugbaren Phänomenen folge; nachher iſt er aber auch der dynamiſchen Lehrart beygetreten [β]). Nach dieſer Lehrart weiß man nun einen Grund von der Elaſticität anzugeben (ſ. **Elaſticität**), denn ſie iſt eben die zurückſtoßende Kraft, und ihre Wirkung die Zurückſtoßung.

M. ſ. meine Anfangsgründe der Phyſik in ihrem mathematiſchen und chemiſchen Theile nach den neueſten Entdeckungen. Jena, 1797. gr. 8.

Abſchwefeln der Steinkohlen. Hierunter verſteht man eine Verkohlung der Steinkohlen, um ſie zum Gebrauche geſchickter zu machen. Hierbey bedienet man ſich eines doppelten Verfahrens; es geſchiehet nähmlich dieſe Verkohlung entweder in offenen Meilern, wie etwa die Verkohlung des Holzes, oder auch in beſondern dazu eingerichteten Oefen. Man nimmt die beſten Steinkohlen, welche rein und ohne Bergarten ſind, und zerſchlägt ſie in mäßige Stücken. Bey dem erſten Verfahren errichtet man, wie beym Holzverkohlen, einen Meiler, welcher im Durchmeſſer 10 bis 15 Fuß, und in der Höhe 2 bis 2½ Fuß hat. An der Spitze des Meilers läßt man eine Oeffnung von 8 Zoll Tiefe, wodurch der Meiler durch Hineinwerfung glühender Kohlen angezündet wird. Der Meiler wird alsdenn entweder mit Stroh oder Laub bedeckt, auf welche feuchte Erde einen ſtarken Zoll dick gelegt, und im Umkreiſe hier und da einige Löcher zum Ausgange des Rauchs gemacht werden. Uebrigens muß man bey dem Brennen ſelbſt Sorge tragen, daß das Feuer nirgends durchdringe. Die Arbeit hat ein Ende, wenn entweder

α) Grundriß der Naturlehre in ſeinem mathematiſchen und chemiſchen Theile neu bearbeitet. Halle, 1793. 8.

β) Grundriß der Chemie nach den neueſten Entdeckungen. Th. I. 1796. 8. Th. II. 1797. Deſſelben Grundriß der Naturlehre, 3te Aufl. Halle, 1797. gr. 8.

weder gar kein Rauch mehr aufſteigt, oder wenn er ganz hell iſt, alsdann wird das Feuer erſtickt. Bey dem andern Verfahren hat man noch den Vortheil, das empyrevmatiſche Oel der Steinkohlen als ein nutzbares Theer und den urinöſen Geiſt zur Salmiakbereitung zu gewinnen.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Halle, 1795. 8. Th. III. S. 11. §. 2068. 2069. **Gabr. Jars** über die Abſchwefelung der Steinkohlen, und deren Gebrauch bey Hüttenarbeiten anſtatt der Holzkohlen: in deſſen metallurgiſchen Reiſen überſetzt von **Gerhard.** S. 529 ſ.

Abwage ſ. **Moment.**

Abweichung oder Deklination der Geſtirne (declinatio, declinaison) heißt der Bogen eines größten Kreiſes, welcher durch beyde Weltpole geführet worden, von den Geſtirnen an gerechnet bis zu dem Aequator. Wenn (fig. 6) der Kreis pſf durch die beyden Weltpole p und q geleget wird, ſo ſteht er auf dem Aequator ſenkrecht, und heißt des Geſtirnes ſ, durch welchen er gehet, **Abweichungskreis** oder **Deklinationskreis.** Der Bogen ſf dieſes Kreiſes, welcher zwiſchen dem Geſtirn ſ und dem Aequator ſich befindet, heißt eben die Abweichung des Geſtirnes ſ. Die Abweichung iſt theils **nördlich**, theils **ſüdlich**, nachdem das Geſtirn in der nördlichen oder ſüdlichen Halbkugel ſich befindet. Die Abweichung eines Geſtirnes wird am beſten durch ſeine Mittagshöhe gefunden. Sobald nähmlich das Geſtirn in den Mittagskreis des Beobachtungsortes kommt, ſo fällt ſein Abweichungskreis mit dem Mittagskreiſe zuſammen, weil ein jeder Mittagskreis ein größter Kreis iſt, und durch beyde Weltpole gehet. Beobachtet man nun in dieſem Augenblicke die Mittagshöhe des Geſtirnes, ſo iſt dieſe = der Abweichung + der Aequatorhöhe des Ortes, folglich auch

Abweichung = Mittagshöhe — Aequatorhöhe.

Wäre die Mittagshöhe kleiner, als die Aequatorhöhe, ſo würde die Abweichung negativ gefunden, welches anzeigte,

daß das Geſtirn in der andern Hälfte der Weltkugel ſich befände. Wenn man die Abweichung des Geſtirnes genau haben will, ſo muß eigentlich bey der beobachteten Mittagshöhe noch eine Verbeſſerung wegen der Strahlenbrechung vorgenommen werden (ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen**), wofern es nicht ein Stern iſt, welcher ſich ſehr nahe beym Zenith befindet.

Für Jena iſt z. E. die Mittagshöhe der Sonne am längſten Tage

$$62^\circ\ 26'$$
$$\text{die Aequatorhöhe} = 38^\circ\ 58'$$
$$\text{Abweichung der Sonne} = 23^\circ\ 28'\ \text{nördlich.}$$

Wenn ſich ein Stern im Aequator befindet, ſo iſt ſeine Abweichung $= 0$, befände er ſich aber im Pole, ſo würde die Abweichung 90° ſeyn. Ueberhaupt findet keine größere Abweichung als die von 90° ſtatt.

Weil die Sonne im Frühlinge in die nördliche Halbkugel hinaufſteiget, im Herbſte aber in die ſüdliche Halbkugel hinabgehet, ſo ſieht man, daß bey uns die Sonne im Frühjahr und Sommer nördliche, im Herbſt und Winter aber ſüdliche Abweichung haben müſſe. In den Solſtitialpunkten iſt ſie gerade der Schiefe der Ecliptik gleich (ſ. **Schiefe der Ecliptik**); in den Nachtgleichungspunkten aber $= 0$. Wäre v (fig. 5) der Frühlingspunkt, l die Sonne, folglich lf die Abweichung und vl die Länge derſelben (ſ. **Länge**). In dem ſphäriſchen Drevecke lfv hat man nun

ſin. tot: ſin. lvf = ſin. lv: ſin. lf oder

ſin. tot: ſin. der Schiefe der Ecliptik = ſin. Länge der Sonne: ſin. Abweichung;

folglich ſin. Abweich. = ſin. Schiefe der Eclipt. × ſin. Länge der Sonne für den Halbmeſſer = 1. Iſt demnach die Schiefe der Ecliptik nebſt der Länge der Sonne bekannt, ſo läßt ſich von Tage zu Tage die Abweichung der Sonne berechnen. Tabellen hiernach berechnet, woraus man die Abweichung der Sonne für eine jede Stelle in ihrer Bahn nehmen kann,

findet

findet man in den Berlin. aſtronom. Samml. B. I. S. 274. Taf. XXI. unter dem Titel: Die Abweichung der Sonne für die Schiefe der Ecliptik 23° 18′ 15″ nebſt Verbeſſerung für eine Minute Veränderung dieſer Schiefe.

M. ſ. **Joh. El. Bode** Erläuterung der Sternkunde. §. 191.

Abweichung, dioptriſche (aberratio lentium, aberration des verres). Wenn von einerley leuchtendem Punkte auf eine Glaslinſe Licht fällt, ſo wird ſelbiges nach der Brechung ſich nicht wieder genau in einem Punkte vereinigen, einige Strahlen werden den Hauptſtrahl eher ſchneiden, andere aber weiter davon entfernet, und eben die Entfernung des einen Durchſchnittspunktes von dem entferntern in dem Hauptſtrahle nennt man die **Abweichung**. Weil zum deutlichen Sehen nothwendig erfordert wird, daß ſich alle Strahlen, welche von einerley leuchtendem Punkte auf eine Glaslinſe fallen, nach der Brechung wieder in einerley Punkt zuſammen ſammeln, ſo ſieht man leicht ein, daß bey Anordnung aller nur möglichen dioptriſchen Werkzeuge, als Fernröhre, Mikroſkope u. ſ. f. eine gewiſſe Unvollkommenheit wegen der Abweichung obwalte, und daß man vorzüglich Sorge tragen müſſe, die Abweichung ſo viel als möglich zu vermindern. Die Erfahrung hat jedoch gelehret, daß es zweyerley dioptriſche Abweichungen gibt, welche alſo ein vorzügliches Hinderniß der Vollkommenheit der dioptriſchen Werkzeuge ſind. Sie ſind folgende:

Abweichung wegen der Kugelgeſtalt der Glaslinſen (aberratio ob figuram ſ. ſphaericitatem lentium, aberration de ſphèricité.). Dieſe entſteht wegen der ſphäriſchen Geſtalt der Gläſer, welche das aus einem leuchtenden Punkte eines ſichtbaren Objektes auf ſie fallende Licht nach der Brechung nicht wieder genau in einerley Punkt vereinigen. Die Theorie der Brechung in den Linſengläſern (ſ. **Linſengläſer**) beweiſet aber, daß diejenigen Strahlen, welche von einerley Punkt nahe an der Axe einfallen, nach der Brechung ſich in einen ſehr engen Raum zuſammen ver-

einigen; mithin iſt auch die Abweichung für dieſe Strahlen nicht ſo groß, als ſie für diejenigen iſt, welche von dem leuchtenden Punkte auf die Glaslinſe von der Axe entfernter auffallen. Vorzüglich aus dieſem Grunde werden die Gläſer der optiſchen Werkzeuge an den Rändern mit einem undurchſichtigen Ringe (ſ. **Apertur**) bedeckt, damit nur diejenigen Strahlen, welche der Axe nahe auf die Linſe fallen, durch ſelbige hindurchgehen. Dadurch wird nun zwar wohl die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt der Linſen vermindert, auf der andern Seite kann aber der Helligkeit des zu betrachtenden Objektes und der Größe des Geſichtsfeldes (ſ. **Geſichtsfeld**) ein großer Abbruch geſchehen. Daher erfordert die Vollkommenheit der optiſchen Werkzeuge, daß man hier eine gewiſſe Grenze beſtimme, wie groß die Oeffnung der Gläſer gelaſſen werden müſſe, damit nicht allein ſo viel als möglich die Abweichung vermindert werde, ſondern auch die Deutlichkeit des zu betrachtenden Gegenſtandes nicht leide. Hiervon mit mehreren unter dem Artikel **Apertur**.

Bey alle dem blieb doch ſonſt noch bey den optiſchen Werkzeugen eine ſehr große Undeutlichkeit der betrachteten Gegenſtände, wenn man gleich die Ränder der Gläſer mit ſtarken undurchſichtigen Ringen bedeckte. Den Grund dieſer Undeutlichkeit glaubte man dennoch in der Abweichung des Glaſes wegen der Kugelgeſtalt zu finden. **Carteſius** [α]) ſchlug daher vor, ſtatt der ſphäriſchen Linſengläſer plan-convex-hyperboliſche, oder convex-hyperboliſche oder elliptiſche und hyperboliſche Menisken zu wählen, weil ſelbige die parallelen Strahlen nach der Brechung genau in einem einzigen Punkte vereinigten, wodurch folglich die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt ganz wegfallen, und ein ganz vollkommen deutliches Bild des Gegenſtandes dargeſtellet würde. Selbſt **Newton** [β]) gab anfänglich Carteſens Vorſchlage Beyfall, und ſuchte dergleichen Gläſer zu optiſchen Werkzeugen zu ſchleifen. Nachdem er aber im Jahre 1666 Unterſu-

α) In dioptri. c. 8.
β) Princip. philoſ. natur. mathemat. lib. I. propoſ. 98. ſchol.

terſuchungen mit dem gläſernen dreyſeitigen Prisma wegen der Farben *) (ſ. **Farben**) anſtellte, ſo wurde er dadurch gar bald überzeuget, daß die Unvollkommenheit der optiſchen Werkzeuge nicht ſo wohl der Abweichung wegen der Kugelgeſtalt, ſondern vielmehr der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes in den Gläſern zu zuſchreiben ſey. Er gab daher die Bemühung auf, hyperboliſche und elliptiſche Gläſer zu ſchleifen, weil er mit größerem Rechte behauptete, man müſſe vor allen Dingen Sorge tragen, die Unvollkommenheit der Gläſer wegen der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes wegzuſchaffen, indem dieß Hinderniß weit beträchtlicher und größer, als die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt wäre, und eben dieß iſt die andere Abweichung, wovon nun gehandelt werden ſoll.

Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Farben (aberratio ob diuerſam frangibilitatem lucis, aberration de frangibilité). Dieſe Abweichung entſteht aus der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichtes in den Gläſern, da einige Lichtſtrahlen der Axe der Linſe näher, andere aber davon entfernter gebrochen werden. Aus dieſer verſchiedenen Brechung der einfachen Lichtſtrahlen folget, daß dasjenige Licht, welches von einem Objekte auf eine Glaslinſe fällt, hinter derſelben in ein und eben demſelben deutlichen Bilde ſich nicht vereinigen könne, vielmehr muß ein jeder einzelner gefärbter Lichtſtrahl einen eigenen Vereinigungspunkt geben. Es ſtelle (fig. 6) ab eine Glaslinſe, cf ihre Axe und c einen leuchtenden Punkt in der Axe vor, welcher den Strahlenkegel acb auf das Glas ſendet, ſo werden die dazu gehörigen Lichtſtrahlen bey der Brechung im Glaſe auf folgende Art zerſtreuet; die violetten Strahlen vereinigen ſich zunächſt dem Glaſe in dem Punkte e, die rothen aber am weiteſten davon in f. Man ſetze den Abſtand der Linſe von dem violetten Bilde ge $= \alpha$, ſo wird ef als Zuwachs von α durch d. ef $=$ d. α bezeichnet werden können; ferner ſey das Brechungs-

 verhält-

*) Optice ſ. de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis lib. III. lat. redd. *Sam. Clarke*. Lond. 1706. 4.

verhältniß für den violetten Strahl $= n:1$, folglich das Brechungsverhältniß für den rothen Strahl $= n - dn:1$. Nun hat man, wenn der Halbmeſſer der einen Convexität $= r$, und der der andern $= \varrho$ geſetzet wird,

$$\alpha = \frac{r\varrho}{(n-1)(r+\varrho)}$$ (ſ. **Linſengläſer**), folglich

$$(n-1)\alpha = \frac{r\varrho}{r+\varrho}$$ d. h.

es mag ſich n und α ändern wie man will, ſo wird jederzeit der Ausdruck $(n-1)\alpha$ eine beſtändige Größe bleiben, daher hat man

$$(n-1)d\alpha + \alpha dn = 0,$$ und folglich

$$d\alpha = -\frac{\alpha dn}{n-1} = ef$$

Nach **Newtons** Verſuchen iſt die Größe des Brechungsverhältniſſes für den violetten Strahl $= n:1 = 1{,}56:1$ und für den rothen $= 1{,}54:1$, folglich $-dn = \frac{2}{100}$ und $-\frac{dn}{n-1}$ $= \frac{2}{100} : 0{,}56 = \frac{2}{56} = \frac{1}{28}$, und daher $ef = \frac{1}{28}\alpha = \frac{1}{28}$ ge; es beträgt alſo der Abſtand ef der violetten und rothen Strahlen ungefähr $\frac{1}{28}$ von ge, und er kann noch größer ausfallen.

Alle die gebrochenen Strahlen, welche ſich wegen der verſchiedenen Brechbarkeit zwiſchen e und f vereinigen, fahren ſodann wieder von einander, und verurſachen daher ein undeutliches Bild des leuchtenden Punktes c. So wird z. E. das violette Bild in e am äußerſten Rande mit rother, hiernächſt mit dunkelgelber, darauf mit hellgelber u. ſ. f. Farbe umgeben ſeyn, und es wird folglich das Bild farbicht erſcheinen; auf eben dieſe Weiſe wird man das Bild zwiſchen e und f farbicht wahrnehmen.

Newton, welcher dieſe Abweichung entdeckt hatte, bewies, daß ſie bey den gewöhnlichen Fernröhren an die 5000 Mahl mehr betrage, als die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt der Glaslinſen; ſie ſey alſo das vornehmſte Hinderniß, ein

ein deutliches Bild bey den gewöhnlichen Fernröhren darzuſtellen, und man müſſe vorzüglich erſt auf Mittel denken, dieſes Hinderniß auf die Seite zu bringen, ehe man ſich um das weit weniger beträchtliche, nähmlich um die Abweichung wegen der Geſtalt der Gläſer, bekümmere. Da er aber aus einigen ſeiner Verſuche folgerte, daß die Zerſtreuung der farbichten Strahlen allein von der Stärke der Brechung abhänge, und daß eine Materie, welche das Licht unter gleichem Einfallswinkel ſtärker als eine andere bricht, auch die Farben in dem Verhältniſſe ſtärker zerſtreuen müſſe, als dieſe, ſo gab er alle Hoffnung auf, die gewöhnlichen Fernröhre von der Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Farben jemahls zu befreyen. Dieß gab ihm Veranlaſſung, ſein Augenmerk mehr auf Spiegel zu richten, und ſtatt der Gläſer in den Fernröhren Spiegel zu gebrauchen (ſ. **Spiegelteleſkope**). Newtons Anſehen war ſchon hinreichend, ſeine aus gemachten Verſuchen hergeleitete Folge, daß mit der Brechung die Farbenzerſtreuung unzertrennlich verbunden ſey, unbedingt anzunehmen, und ſie auf keine Weiſe zu beſtreiten. Daher kam es, daß erſt nach einer langen Reihe von Jahren im Jahre 1747 **Leonhard Euler** *) anfing, die Sache von neuen einer Unterſuchung zu unterwerfen und die eben angeführte Newtoniſche Folge vorzüglich aus dem Grunde zu beſtreiten, weil doch das menſchliche Auge beweiſe, daß die Farbenzerſtreuung durch die Zuſammenſetzung verſchiedener brechender Materien aufgehoben werden könne. Auf Eulers Veranlaſſung wurde endlich der ältere **Dollond** in England, welcher anfänglich die Newtoniſche Meinung für ganz richtig hielt, aufmerkſam, wiederhohlte die Newtoniſchen Verſuche, und fand aus noch andern Verſuchen, daß es wirklich möglich ſey, die Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Farben ganz zu vermeiden, wenn die Gläſer aus verſchiedenen Glasarten zuſammengeſetzet werden. Hier-

*) Sur la perfection des verres objectifs des Lunettes p. Mſr. *Euler* in der hiſtoir. de l'Acad. de Pruſſe an. 1747. p. 274 ſqq. hiſtoir. de l'Acad. de Berl. an. 1753. p. 303.

Hiervon ſ. m. weiter den Artikel **Fernröhre, achromatiſche.**

M. ſ. Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften von **W. J. G. Karſten** B. III. Photomet. Abſchn. XIV. und XV. *Abrah. Gotth. Käſtneri* diſſ. de aberratione lentium ſphaericarum in comment. Gotting. Tom. I. p. 185. *eiusd.* diſſ. de aberrationibus lentium ob diuerſam refrangibilitatem radiorum. Tom. II. p. 183.

Abweichung, katoptriſche der Hohlſpiegel wegen der Kugelgeſtalt (aberratio ob figuram ſpeculorum, aberration de ſphèricité des miroirs). Wenn in der Axe (fig. 7) la des Hohlſpiegels cad ein leuchtender Punkt l ſich befindet, ſo werden alle diejenigen Strahlen, welche zunächſt der Axe in b rund herum auffallen, ſo reflektirt, daß ſie ſich alle in einerley Punkt f der Axe wieder vereinigen, und daſelbſt ein Bild des leuchtenden Punktes l zu wege bringen; im Gegentheil werden alle diejenigen Strahlen, welche von der Axe weiter entfernet in c rund herum auffallen, nach der Reflexion ſich in dem Punkte g der Axe vereinigen, und eben die Entfernung gf dieſes Punktes g von dem wahren Bilde f nennt man die **Abweichung der Hohlſpiegel wegen der Kugelgeſtalt.** Wäre der leuchtende Punkt l von dem Hohlſpiegel ſehr weit entfernet, ſo läßt ſich durch Rechnung beweiſen, daß die Abweichung des vom Spiegel zurückgeworfenen Lichtes ungefähr $7\frac{1}{2}$ Mahl kleiner, als die Abweichung des in der Glaslinſe gebrochenen Strahls, wenn die Brennweite und die Oeffnung, auf welche das Licht fällt, in beyden gleich iſt. Es wird demnach das Bild, welches durch die Reflexion der Lichtſtrahlen in einer Spiegelfläche entſteht, allemahl deutlicher ausfallen, als wenn es Glaslinſen zu wege bringen. Außerdem ſind recht glatt polirte metalliſche Spiegelflächen von der Farbenzerſtreuung frey, und ſtellen aus dieſer Urſache ein deſto deutlicheres Bild dar. Daher kam es auch, daß **Newton** ſeine Gedanken mehr auf Verfertigung der Spiegelteleſkope, als auf die der gewöhnlichen Fernröhre mit Linſengläſern richtete.

tete. Ob man gleich zu den Teleſkopen gewöhnlich Hohlſpiegel von ſphäriſcher Geſtalt brauchte, ſo wurde doch ſchon in den älteſten Zeiten der Vorſchlag gethan, ſtatt der ſphäriſchen Spiegel paraboliſche zu gebrauchen, welche die reflektirten Strahlen genau in einem einzigen Punkte wieder vereinigen, wodurch folglich auch die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt wegfällt. So lange man auch dieſen Vorſchlag nicht gehörig anzuwenden wußte, ſo wurde er doch in den neuern Zeiten mit dem erwünſchten Erfolge ausgeführet. Hiervon ſ. m. mit mehreren **Spiegel, paraboliſche.**

M. ſ. Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften von **Karſten** B. III. Photomet. Abſchn. XVI. §. 306.

Abweichung der Magnetnadel (variatio ſ. declinatio acus magneticae, Variation ou declinaiſon de l'aimant). Hierunter verſteht man einen Winkel, welchen die Richtung der Magnetnadel mit der Mittagslinie eines Ortes macht, wenn die Mittellinie eines ſo genannten Compaſſes (ſ. **Compaß**) über die Mittagslinie des Ortes genau geſtellet worden. Wenn irgend ein Magnet, oder ſtatt deſſen eine Magnetnadel, welche mit dem Magnete gehörig beſtrichen worden, ſo eingerichtet iſt, daß man ſelbige auf einer vertikal aufgerichteten Spitze frey ſpielen laſſen kann, ſo wird ſie ſich mit der einen Spitze allemahl gegen die Nordſeite hin bewegen, und folglich die andere Spitze gegen Mittag richten. In den mehreſten Fällen iſt aber der Stand der Nadel nicht ſo beſchaffen, daß deren Mittellinie genau über die Mittagslinie der verſchiedenen Oerter ſich befinde, ſondern ſie weicht bald mehr gegen Oſten bald mehr gegen Weſten von der wahren Mittagslinie ab. Am gewöhnlichſten wird die Abweichung der Magnetnadel auf folgende Art geſucht: man nimmt einen beſonders dazu eingerichteten Compaß, den man **Abweichungscompaß** nennt, legt die magnetiſche Mittagslinie genau auf die Mittagslinie des Ortes, und gibt nun Acht, auf welchem Grade die Magnetnadel in der Büchſe ruhig ſtehen geblieben iſt, und eben dieſer Grad zeigt die Größe der Abweichung an. Dergleichen

Abweichungscompaſſe haben **de la Hire** [α]), und **Brander** und **Höſchel** [β]) angegeben. Will man auf dieſe Weiſe die Abweichung der Magnetnadel genau erfahren, ſo müſſen die Nadeln, welche man hierzu gebrauchet, nicht zu kurz und gehörig magnetiſiret ſeyn, obgleich **Maraldi** [γ]) zu ſeinen Beobachtungen nur 4 Zoll lange Nadeln aus dieſer Urſache gewählet hat, weil längere Nadeln an ein und eben demſelben Tage eine beſtändige Veränderung zeigten. Allein dieſer angeführte Grund beweiſet vielmehr das Gegentheil, indem durch längere Nadeln die tägliche Veränderung wahrgenommen werden kann, welche Maraldi dazumahl noch nicht kannte, und von welcher bald mit mehreren geredet werden ſoll. Wie aber dergleichen Magnetnadeln zu genauen Beobachtungen einzurichten ſind, ſ. m. den Artikel **Magnetnadel**.

Herr **le Monnier** bediente ſich ſeit 1779 folgender Methode, die Abweichung der Magnetnadel zu finden: er nahm eine Bouſſole, deren Gehäuſe von Kupfer war, und welche ein Fernrohr mit einem Ringe von $11\frac{1}{2}$ Zoll im Halbmeſſer hatte. Die Länge der Magnetnadel betrug 15 Zoll 4 Linien, und war 1446 Gran ſchwer, und bis zur Sättigung mit ſtarken Magneten beſtrichen. Dieſe Bouſſole ſtellte er auf ein Poſtement, welches im Garten der Sternwarte 36 Toiſen vom Gebäude entfernet errichtet war. Statt auf ſelbiger eine Mittagslinie zu ziehen, wählte er vielmehr ein entferntes Objekt am Horizonte, und das war die Axe einer entfernten Windmühle. Vermittelſt gehöriger Beobachtungen und Meſſungen wurde das Azimuth (ſ. **Azimuth**) derſelben auf 31′ 20″ weſtlich befunden. Addirte er nun dieſes Azimuth zu dem Winkel zwiſchen der Richtungslinie der Magnetnadel und der Geſichtslinie gegen die Axe der Windmühle, ſo gab die Summe die Abweichung der Magnetnadel

α) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1716. p. 6.

β) Beſchreibung des magnetiſchen Declinatorii und Inclinatorii, desgleichen eines beſonders bequemen und nutzbaren Sonnenquadranten, zu genauer Beſtimmung der Mittagslinie. Augsb. 1779. 8.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1722. p. 6.

nadel *). Im Jahre 1783 gab der Graf **Caſſini** dieſer Einrichtung folgende Aenderung: ſtatt die Magnetnadel auf der Spitze ſpielen zu laſſen, hieng er ſie an einem zarten Seidenfaden auf, und ließ ſie auf dieſe Weiſe frey in einem bleyernen Gehäuſe, das auf einem ſteinernen Poſtemente eingekůttet war, ſpielen. Das Gehäuſe hatte die Form eines Winkelmaßes, in deſſen vertikalem Theile die Nadel herabhieng, in dem horizontalen Theile aber, worin die Nadel ſpielte, am Ende eine viereckige Oeffnung mit Spiegelglas bedeckt befindlich war. Ueber dieſer Oeffnung war ein Mikroſkop mit einem Mikrometer angebracht, um hiermit die feinſten Bewegungen der Magnetnadel nebſt der Anzahl von Graden, auf welche die Spitze wies, zu beobachten. Da nun die magnetiſche Mittagslinie mit der Mittagslinie des Ortes in Anſehung der Größe des Winkels genau bekannt war, ſo konnte man bey jedesmahligem Anblick die Abweichung der Magnetnadel ſehr leicht beſtimmen.

Herr Prof. **Seyffer** in Göttingen gebrauchte folgende Methode, die Abweichung der Magnetnadel zu finden: er ſtellte ein Reisbret, das mit gutem Papier überzogen und mit Stellſchrauben verſehen war, auf der Sternwarte zu Göttingen ſo auf, daß es vor und nach dem Durchgange der Sonne durch den Mittag von ſelbiger beſchienen werden konnte. Vermittelſt dieſer Stellſchrauben und zweyer ſehr empfindlichen Waſſerwagen, deren Axen einander ſenkrecht ſchnitten, wurde das Reisbret vollkommen horizontal geſtellet. Auf ſelbigem ward mit dem Halbmeſſer der Grundfläche eines zinnernen Kegels ein Kreis beſchrieben, und auf dieſem der Kegel, deſſen Spitze des Schattens wegen ſchwarz angelaufen war, geſtellet. Hierauf wurden vor und nach dem Durchgange der Sonne durch den Mittagskreis folgende Beobachtungen angeſtellet, wobey die Zeit nach einer Uhr mit roſtförmigem Pendel beobachtet und die dazu gehörige Sonnenhöhe in wahre Zeit verwandelt wurde; in der Zwiſchenzeit von einigen Sekunden bemerkte man die Mitte der Schat-

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1778. p. 68.

Schattenſpitze des Kegels auf dem Reisbrete mit einem feinen Punkte, und beobachtete zugleich die Zeit nach der Uhr. Hierauf nahm man den Kegel weg, ſetzte eine Bouſſole mit einer 7 Zoll langen Nadel auf das Reisbret ſo auf, daß ihre Mittellinie durch den Mittelpunkt der Grundfläche des Kegels und durch einen Punkt der Schattenſpitze ging, und bemerkte den Stand der Nadel. Da man nun bey jeder Beobachtung die wahre Zeit, mithin den Stundenwinkel (ſ. **Stundenwinkel**) wußte, ſo ließ ſich aus der bekannten Polhöhe und der Abweichung der Sonne das Azimuth der Sonne für eine jede Beobachtung finden, und dieſes gab mit dem jedesmahligen Stande der Magnetnadel verglichen die Abweichung der Magnetnadel *).

Herr Oberſtwachtmeiſter **von Zach** in Gotha bedienet ſich folgenden Abweichungscompaſſes, um mittelſt ſelbigem die Abweichung der Magnetnadel zu finden. Die meſſingene Büchſe, in welcher ſich die Magnetnadel auf einer vertikalen Spitze wie gewöhnlich beweget, iſt mit einem Planglaſe bedeckt, und mit einem wohl eingeriebenen Centralzopfen verſehen, um welchen ſie ſich ſanft in horizontaler Lage herumdrehen läßt. Am Rande dieſer Büchſe ſind zwey diametral entgegengeſetzte Abſehen angebracht, von deren eine zur andern in der Vertikalfläche der Alhidadenlinie zwey feine horizontale Fäden, der eine oben und der andere unten ungefähr 2¾ Zoll von einander, ausgeſpannt ſind. Dieſe Fäden müſſen ſo eingerichtet ſeyn, daß ſie mit der Spitze, worauf die Magnetnadel ſpielt, genau in einerley Vertikalfläche liegen. Uebrigens ruht die Büchſe auf drey Stellſchrauben, vermöge welcher ſie durch ein darauf angebrachtes kleines Niveau völlig horizontal geſtellet werden kann. Mit dieſer ganzen Einrichtung wird nun die Abweichung der Magnetnadel auf folgende Art gefunden: man ſtellt dieſen Abweichungscompaß an einen Ort, welchen die Sonne beſcheinen kann, horizontal viſirt von oben herab, und drehet die ganze Büchſe um den

*) Göttingiſche Anzeige von gelehrten Sachen 1788. St. 208.

den centralen Zapfen ſo lange, bis die Magnetnadel mit den beyden horizontal ausgeſpannten Fäden in einerley Vertikalebene ſich befinde. Nun viſiret man durch die Diopteren nach irgend einem Gegenſtande, welcher ſich in einer Entfernung befindet, und bemerket genau die Stelle, wo die Viſirlinie den Gegenſtand trifft; hierdurch erhält man die Richtung der magnetiſchen Mittagslinie. So bald nun die Sonne in den Mittagskreis kömmt, ſo werden die ausgeſpannten Fäden mit dem ſüdlichen Diopter auf dem Planglaſe des Compaſſes Schatten werfen, alsdann drehet man die Büchſe um den Zapfen, bis die Fäden dieſen geworfenen Schatten im Augenblicke der Culmination der Sonne von oben herab geſehen vollkommen decken. Viſiret man hierauf wiederum durch die Diopteren nach einem entfernten Gegenſtande, und bemerkt auch hier genau die von der Viſirlinie getroffene Stelle, ſo hat man nun die Richtung der wahren Mittagslinie. Endlich wird mit einem Hadleyſchen Spiegelſextanten der Winkel zwiſchen beyden Richtungen der magnetiſchen und wahren Mittagslinie genau gemeſſen, wodurch die Abweichung der Magnetnadel gefunden wird *).

Zur See kann man unter andern Methoden die Abweichung der Magnetnadel zu finden auch folgende gebrauchen: man beobachte die Höhe der Sonne oder auch eines andern Sternes, wovon die Abweichung bekannt iſt und bemerke zu gleicher Zeit den Rhumb im Compaſſe. Aus der Polhöhe, Abweichung und Höhe des Sternes oder der Sonne ſuche man das Azimuth, ſo wird die Differenz des Azimuthes und der Entfernung des beobachteten Rhumbs von Süden die verlangte Abweichung der Magnetnadel angeben ß).

Insgemein wird **Flavio Gioja**, ein Neapolitaner, als der erſte angegeben, welcher im 13ten Jahrhunderte zu ſeinen Reiſen

*) Nachricht von einem ſehr vortheilhaft eingerichteten Deklinatorium von dem Herrn von Zach im Gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. IX. Band. 2tes Stück. S. 94 u. f.

ß) *Wolfii* elementa matheſ. univerſ. Hal. 1756. 4. Tom. IV. Geogr. §. 302.

Reiſen auf dem mittelländiſchen Meere die Magnetnadel gebrauchte. Es iſt daraus zu vermuthen, daß die Abweichung derſelben zuerſt zur See iſt entdecket worden; jedoch bleibt es völlig ungewiß, wer ſie am erſten wahrgenommen hat. **Thevenot** [α]) erzählet in ſeiner Reiſebeſchreibung, daß er einen geſchriebenen Brief von **Peter Adſigerius** geſehen habe, welcher ſchon im Jahre 1269 wahrgenommen, daß die Magnetnadel 5 Grade von Norden abgewichen ſey. **Ricciolus** [β]) hingegen gibt für die erſten, welche die Abweichung der Magnetnadel beobachtet haben, den Gonzalum Oviedo und Sebaſtianum Chabot an; allein Herr **de l'Isle** [γ]) hatte eine Handſchrift eines Piloten, **Crignon** aus Dieppe, vom Jahre 1534, das dem **Sebaſtian Chabot** zugeeignet war, und in welcher der Abweichung der Magnetnadel erwähnet wird. Daher iſt es zweifelhaft, ob **Chabot** die Abweichung der Nadel zuerſt entdecket habe, oder ob ſie längſt vor ihm bekannt geweſen ſey. Noch andere [δ]) führen **Robert Normannen** als den erſten an, der die Abweichung bemerket habe. So ungewiß es alſo iſt, wer ſie zuerſt entdecket, ſo ſieht man doch hieraus, daß erſt im 16ten Jahrhunderte zuverläſſige Beobachtungen von der Abweichung der Magnetnadel bekannt geworden ſind. Dieſe Beobachtungen haben aber gar bald gelehret, daß die Abweichung der Nadel an ein und eben demſelben Orte veränderlich ſey. Die vorzüglichſten und wichtigſten Beobachtungen, welche ununterbrochen über die Abweichungen der Nadel fortgeſetzet ſind, ſind zu Paris und London angeſtellet worden. Herr **Picard** [ε]) führet an, daß im Jahre 1666 die Abweichung in Paris o geweſen wäre, da ſie in den vorhergehenden Jahre öſtlich war; **Thevenot** [ζ]) hingegen gibt nach ſeinen Beobachtungen an, daß drey Jahre früher, alſo im Jahre

α) Recueil des voyages. Paris 1681. 8.
β) Geograph. et hydrogr. reformat. lib. 8. c. 12.
γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1712.
δ) Traité de l'aimant Amſterd. 1687. (p. *Dalencé*).
ε) Abrégé de la meſure de la terre. Par. 1685. 12. p. 17.
ζ) Collection des voyages à Paris 1681. p. 30.

Jahre 1663, die Abweichung der Nadel 0 geweſen wäre. Caſſini in *Rozier* journal de phyſ. 1792. p. 298 u. ſ. welcher Thevenots Beobachtungen, die er zu Iſſy angeſtellet hat, für ſehr zuverläſſig hält, iſt daher der Meinung, es müſſe entweder ein Unterſchied im Lokalen zwiſchen Paris und Iſſy, oder irgend ein Fehler Schuld daran ſeyn, welcher Picards Nadel immer um 1° 45′ mehr öſtlich gehalten habe, als Thevenots verſchiedene Nadeln, welche alle einerley Richtung hatten. Die vorzüglichſten Beobachtungen, welche zu Paris gemacht ſind, enthält folgende Tabelle:

Jahre.	Nahmen der Beobachter.	Abweichung.
1664	Picard	0° 40′ gegen Oſten
1666	——	0° 0′ — —
1670	——	1° 30′ gegen Weſten
1680	——	2° 40′ — —
1683	de la Hire	3° 50′ — —
1684	——	4° 10′ — —
1685	——	4° 10′ — —
1686	——	4° 30′ — —
1692	——	5° 50′ — —
1693	——	6° 20′ — —
1696	——	7° 8′ — —
1698	——	7° 40′ — —
1699	——	8° 10′ — —
1700	——	8° 12′ — —
1701	——	8° 25′ — —
1702	——	8° 48′ — —
1703	——	9° 6′ — —
1704	——	9° 20′ — —
1705	——	9° 35′ — —
1706	——	9° 48′ — —
1707	——	10° 10′ — —
1708	——	10° 15′ — —
1709	——	10° 30′ — —
1710	——	10° 50′ — —
1711	——	10° 50′ — —
1712	——	11° 15′ — —
1713	——	11° 12′ — —
1714	——	11° 30′ — —
1715	——	11° 10′ — —

Jahre.	Nahmen der Beobachter.	Abweichung.
1716	de la Hire	12° 20′ — — *)
1720	Maraldi	13° 0′ — —
1725	———	13° 15′ — —
1730	———	14° 25′ — —
1740	———	15° 45′ — —
1745	Fouchy	16° 15′ — —
1750	———	17° 15′ — —
1760	———	18° 0′ — —
1770	———	19° 0′ — —

Vom Jahre 1777 bis 1779 wurden dergleichen Beobachtungen vernachläſſiget; in dem Jahre 1779 aber wieder von **le Monnier** angefangen, und in den folgenden Jahren mit **Caſſini** ᵝ) ununterbrochen fortgeſetzet. Aus Caſſini's anhaltenden Beobachtungen über die Veränderung der Magnetnadel von 1783 bis 1789 ließen ſich dieſe Folgen herleiten: in den drey erſten Monathen des Jahres nimmt die weſtliche Abweichung zu, die Nadel wird aber vom Monath April an bis gegen den Sommerſtillſtand rückgängig; nachher geht ſie wieder gegen Weſten. Beſonders iſt hierbey zu bemerken, daß ſie im Anfange des Octobers faſt immer auf dem nähmlichen Punkte ſtehet als zu Anfange des May. Dieß haben le Monnier und Caſſini ununterbrochen ſechs Mahl bemerket. In den drey letzten Monathen des Jahres nimmt ſie ihren Gang immer weiter nach Weſten fort, erreicht gewöhnlich die größte weſtliche Abweichung, und ſchwankt alsdenn bloß in den Grenzen von 5 bis 6 Minuten hin und her. Hieraus ſcheint nun überhaupt das Geſetz zu folgen, daß die Magnetnadel von der Frühlingsnachtgleiche an bis zum folgenden Sommerſtillſtandspunkte rückgängig oder öſtlich, von dem Sommerſtillſtandspunkte an aber bis zur folgenden Frühlingsnachtgleiche fortſchreitend oder weſtlich iſt. Da nun die Nadel binnen 9 Monathen einen weit größern Bogen beſchreibet als binnen drey Monathen, ſo iſt daraus klar, daß die

*) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1717. p. 7.

ᵝ) De la declinaiſon et des variations de l'aiguille aimantée par Mſr. *Caſſini*. Paris, 1791. 4.

die weſtliche Abweichung bey uns jährlich zunehmen müſſe. Im Jahre 1792 wurde ſie von Caſſini auf 22° gegen Weſten befunden. Beſonders merkwürdig iſt Caſſini dieſer Umſtand, daß der Winterſtillſtandspunkt und die Herbſtnachtgleiche keinen Einfluß auf die Magnetnadel habe, und ſie in ihrem Gange nach Weſten nicht ſtöre, da im Gegentheil die Frühlingsnachtgleiche ſie rückgängig macht, und der Sommerſtillſtandspunkt wieder in ihren vorigen Gang nach Weſten zurückbringt.

Halley α) hat die Abweichung der Magnetnadel zu London, welche von verſchiedenen daſelbſt beobachtet worden iſt, folgender Maßen angegeben:

Jahre.	Nahmen der Beobachter.	Abweichung.
1580	Burrows	11° 15′ gegen Oſten
1622	Gunter	6° 0′ — —
1634	Gellibrand	4° 5′ — —
1657	Bond	0° 0′ — —
1672	Halley	2° 30′ gegen Weſten
1692	— —	6° 0′ — —
1774	— —	21° 16′ — — β)

Aus ſehr vielen Beobachtungen über die Abweichung der Magnetnadel, welche Halley auf ſeinen Reiſen zur See ſorgfältig angeſtellet hatte, kam er auf den Gedanken, eine beſondere Abweichungscharte zu entwerfen, die er auch wirklich im Jahre 1700 zu Stande brachte γ). Er fand, daß es auf der Erdfläche zwey Linien gebe, wo die Abweichung 0 iſt, die eine geht durch Nordamerika und die andere durch China. Sie haben eine eigene Krümmung, ſind weder Mittagskreiſe noch Parallele, und alle Oerter, welche der erſtern Linie nach Oſten liegen haben eine weſtliche, und die welche nach Weſten liegen, eine öſtliche Abweichung. Entfernet

α) Philoſoph. transact. num. 195. p. 564.
β) Philoſoph. transact. Vol. LXIV. P. 2.
γ) Philoſoph. transact. num. 195. miſcellan. carioſ. Vol. I. p. 80. *Petr. van Muſchenbroeck* diſſertat. phyſica experim. de magnete in ſeiner diſſert. phyſ. et geometr. Lugd. Bat. 1729. 4.

fernet man ſich von dieſer Linie nach und nach, ſo nehmen anfänglich beyde Abweichungen zu, nachher aber wieder ab. Alle diejenigen Oerter nun, welche weſtliche oder öſtliche Abweichung hatten, vereinigte er von 5 zu 5, 10 zu 10 u. ſ. Graden, und erhielt dadurch Linien, in welchen die Abweichungen immer um 5 Grade verſchieden waren. Alle dieſe Linien durchſchneiden größtentheils einander nicht, ſondern laufen neben einander hin, ob ſie gleich nicht parallel ſind. Nachher ſind aus neuern Beobachtungen mehrere dergleichen Abweichungscharten entworfen worden; für das Jahr 1744 eine von **Mountaine** und **Dodſon** [α]); für das Jahr 1755 eine von **Zegollſtröm** [β]); für das Jahr 1765 eine von **Bellin** [γ]); für das Jahr 1772 eine von **Lambert** [δ]), und noch neuerlich 1794 drey Charten von **Churchmann** [ε]), auf welchen die Abweichungslinien gezeichnet ſind. Gegen die Theorie des Churchmanns hat aber **Thomas Harding** [ζ]) verſchiedene Zweifel aufgeſtellt, und manche Unrichtigkeiten angegeben, die er ſich hat zu Schulden kommen laſſen. Wenn man alle dieſe Abweichungscharten mit einander vergleichet, ſo ſcheinet es, als ob die Halley'ſchen Abweichungslinien in der nördlichen Hälfte der Erde von Weſten nach Oſten, in der ſüdlichen aber von Oſten nach Weſten immer weiter fortrückten, und dieß ſtimmt auch mit den neuern Beobachtungen, welche man an vielen andern Orten, beſonders zur See angeſtellet hat, überein. Uebrigens iſt es nicht zu läugnen, daß alle die Abweichungslinien auf den Charten nach gewiſſen Punkten hinzulaufen ſcheinen.

So

α) Philoſoph. transact. Vol. L. P. I. p. 329.

β) *Mar. Strömer* et *Jo. Guſt. Zegollſtröm* diſſert. de theoria declinat. magneticae. Upſ. 1755.

γ) Carte des variations de la Bouſſole et des vents généreaux, que l'on trouve dans les mers les plus frequentées p. M. *Bellin* à Paris 1765.

δ) Berliner aſtronomiſches Jahrbuch für das Jahr 1779.

ε) The magnetic Atlas or Variation's Carts of the whole terraneous Globe, compriſing a Syſtem of the Variation and Dip of the Needle, by which, the Obſervations being truly made, the Longitude may be aſcertained. Lond. 1794. 4.

ζ) Transact. of the Royal Iriſh Academy. Vol. IV. Dublin. 4. art. 6.

So viele Hypotheſen vor Halley's Zeiten aufgeſtellet ſind, um die Abweichungen der Magnetnadel daraus zu erklären, ſo haben ſie doch alle mit den Beobachtungen ſelbſt nicht übereinſtimmen wollen, und fallen daher von ſelbſt weg. Erſt Halley α) verſuchte eine Theorie, welche er auf ſeine mannigfaltigen Beobachtungen bauete, und daher großen Beyfall fand. Er nimmt an, daß ſich im Innern der Erde zwey große Magnete befinden, wovon die beyden Pole nahe am Nordpol, die beyden andern aber nahe am Südpol liegen. Aus dieſer Hypotheſe ſucht nun Halley die Abweichungen der Magnetnadel dadurch zu erklären, daß die verſchiedenen Pole auch verſchiedene anziehende Kräfte beſäßen, wodurch eben die ſonderbar gekrümmten Abweichungslinien auf der Charte entſtehen müßten. Da er aber auch auf die Veränderung der Abweichung der Magnetnadel ſehen mußte, ſo nahm er in einem beſondern Aufſatze β) an, daß der äußere Theil der Erde eine Rinde ausmache, welche den innern Kern als ein concentriſches Kugelſtück umgebe, der Raum zwiſchen beyden ſey aber mit einer flüſſigen Materie ausgefüllet. Ob nun gleich Rinde und Kern ſich täglich um ihre Axe drehen, ſo nimmt er doch an, daß die Umdrehungszeit des Kerns von der der Rinde ein wenig verſchieden ſey; dieſer Unterſchied müſſe in der Folge der Zeit ſehr merklich werden, und es würde daher ein Punkt des Kernes immer von andern und andern Stellen der Rinde getroffen. Nähme man nun an, Kern und Rinde wären zwey Magnete, ſo würden ſich natürlich hierdurch die vier verſchiedenen Pole gegen einander ändern, und daraus beweiſet er die Veränderung in der Abweichung der Magnetnadel an ein und dem nähmlichen Orte. Gegen dieſe Theorie hat der jüngere **Euler** γ) wichtige Zweifel erhoben, und bewieſen, daß man mit der Annahme

 von

α) A theory of the variation of the magnetical compaſs by Mr. *Edm. Halley* in Philoſ. tranſact. n. 148. p. 208.

β) An account of the cauſe of the change of the variation of the magnetical needle by *E. Halley* in Philoſ. tranſact. n. 159. p. 563.

γ) Recherches ſur la declinaiſon de l'aiguille aimantée. p. Mſr. *Euler* in den mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Pruſſ. 1757. p. 175.

von zwey magnetiſchen Polen alle mögliche Abweichungen der Magnetnadel beweiſen könne. Nach folgenden Vorausſetzungen, wenn die beyden Pole einander gerade entgegengeſetzet ſind, und zwar 1) wenn ſie in einerley Meridiane, 2) wenn ſie in zwey verſchiedenen Meridianen, und 3) wenn ſie in zwey entgegengeſetzten Meridianen lägen, hat **Euler** mittelſt der Mathematik Formeln zu berechnen geſuchet, nach welchen die Halley'ſchen Abweichungslinien ſich würden beſtimmen laſſen. Nimmt er nun an, daß der magnetiſche Nordpol 14, der Südpol 35 Grade von den Erdpolen abſtünden, die durch beyde gelegten Meridiane aber 63 Grade von einander entfernet wären, ſo findet er die Abweichungslinien nach dieſen Formeln ziemlich zuſammentreffend mit der fürs Jahr 1744 von Mountaine und Dodſon entworfenen Charte. Nach der Vermuthung des Herrn Eulers würden ſeine gegebenen Formeln noch mehr mit den Beobachtungen zuſammentreffen, wenn er den Nordpol 17 Grad und den Südpol 40 Grad von den Erdpolen entfernet annähme.

Gegen Eulers Theorie hat der große Aſtronom in Göttingen, **Tobias Mayer**, in einer in der daſigen gelehrten Geſellſchaft vorgeleſenen ungedruckten Abhandlung nach dem Zeugniß der Herrn **Erxleben** und **Lichtenberg** *) einige Erinnerungen gemacht, und die Erſcheinungen am Magnete auf folgende Art zu erklären geſuchet: es ſey ein Magnet in der Erde anzutreffen, welcher in Vergleichung mit dieſer als unendlich klein zu betrachten iſt, er liege jedoch nicht im Mittelpunkt der Erde ſondern etwa 120 Meilen davon, und zwar nach demjenigen Theile der Erde hin, welchen das ſtille Meer bedecket. Dieſer Magnet habe nur zwey Pole, ſeine Axe laufe nicht mit der Erdaxe parallel, und ſeine Kraft nehme ab, wie die Würfel der Entfernungen zunehmen. Er entferne ſich in jedem Jahre etwa um $\frac{1}{1000}$ des Halbmeſſers der Erde von dem Mittelpunkte derſelben. Wenn eine gerade Linie durch den Mittelpunkt der Erde und des Magneten

*) Anfangsgründe der Naturlehre von J. C. P. Erxleben. §. 709.

ten gezogen würde, ſo ſchnitte ſie die Oberfläche der Erde in einer Länge von 201 Graden von der Inſel **Ferro**, und in 17 Grade nördlicher Breite. Die Länge dieſes Durchſchnittspunktes nehme jährlich um 8, die Breite um 14 Minuten ab. Uebrigens ſey er der Meinung, daß die Axe des Magneten auf der Linie durch die Mittelpunkte der Erde und des Magneten gezogen ſenkrecht ſtehe, und dieſes in einer Ebene, welche mit der Ebene des Meridians, worin jene Linie liegt, einen Winkel von $11\frac{1}{2}$ Graden macht und zwar bey uns gegen Oſten zu, auch wachſe dieſer Winkel jährlich etwa um $8\frac{1}{2}$ Minuten. Aus dieſer Hypotheſe folgerte Mayer für verſchiedene Oerter der Erde die Größen der Abweichungen, und nach Herrn Lichtenbergs Urtheil muß man ſich verwundern, daß bey ſo unvollkommenen Beobachtungen, deren ſich Mayer bedienen mußte, eine ſolche Uebereinſtimmung mit den wahren Abweichungen dieſer Oerter ſtatt fände.

Meines Erachtens glaube ich, daß man die Erde ſelbſt als einen großen Magnet betrachten könne, wovon die Pole mit den Erdpolen nicht zuſammenfallen, und die magnetiſche Axe nicht durch den Mittelpunkt der Erde gehe. Die magnetiſchen Pole der Erde muß man aber als beweglich annehmen, weil vermöge der Erfahrung die Abweichung der Magnetnadel an einerley Orte ſich beſtändig verändert. Könnte man nun beſtimmen, nach welchem Geſetze die magnetiſchen Kräfte entweder durch Anziehen oder Zurückſtoßen wirkten, ſo würde alsdenn die Mathematik Mittel an die Hand geben, die Größen der Abweichungen an jedem Orte zu finden. Schon **William Gilbert** *), ein engliſcher Arzt, nahm an, daß unſere Erde ein Magnet ſey, und kam daher auf den Gedanken, die magnetiſchen Verſuche am beſten durch einen ſolchen Magnet anzuſtellen, welcher die Geſtalt der Erde habe. Er ließ daher den Magnet rund als eine Kugel

*) De magnete magneticisque corporibus et de magno magnete tellure phyſiologia noua. Lond. 1600. fol.

ſchleifen, welche er eine **Terrelle** (terrella) oder eine **kleine Erde** nennte. Der Erfolg hat aber gewieſen, daß dergleichen Terrellen gar keine Dienſte geleiſtet haben. Aus **Caſſini's** Beobachtungen aber ſcheint es faſt unmöglich zu ſeyn, ein beſtändiges Geſetz von der Wirkung der magnetiſchen Kräfte aufzufinden, indem er die jährliche fortſchreitende Bewegung der Magnetnadel vom Jahre 1784 bis 1788 von 5 bis 18 Minuten veränderlich befunden hat. Vielleicht kann aber dieſer Unterſchied in der Einwirkung anderer Kräfte der Natur liegen, welche die magnetiſchen Kräfte ſchwächen, wie z. E. der Wärme, Elektricität u. ſ. Genaue Verſuche und eine Reihe zu gleicher Zeit im Jahre angeſtellter Beobachtungen werden hier in der Zukunft mehr thun, als allgemeine Unterſuchungen. Vielleicht ließe ſich alsdann aus den in einer Reihe von Jahren hinter einander gemachten Beobachtungen eine Mittelzahl annehmen, welche die jährliche fortſchreitende oder endlich zurückgehende Bewegung der Magnetnadel ziemlich genau anzeigte. Nach den in Paris angeſtellten Beobachtungen vom Jahre 1670 bis 1770, folglich 100 Jahre hinter einander, hätte die Abweichung gegen Weſten um 17° 30′ zugenommen, folglich in jedem Jahre als Mittelzahl $10\frac{1}{2}'$. Hiernach würde alſo die weſtliche Abweichung im Jahre 1792 in Paris $10\frac{1}{2}' \times 22 = 21° 11'$ geweſen ſeyn müſſen, welches aber von Caſſini's Angabe um 49′ verſchieden wäre. Es liegt am Tage, daß genaue Reſultate hiervon für die Schifffarth ungemein nützlich ſeyn würden.

Die Erfahrung lehret wirklich, daß Wärme und Kälte einen ſehr großen Einfluß auf die Magnetnadel haben, und daß die atmosphäriſche Elektricität oftmahls auf eine ſonderbare Weiſe auf die magnetiſche Kraft wirkt. Beobachtet man eine ſehr empfindliche Magnetnadel ſorgfältig, ſo wird man gar bald überzeuget werden, daß die Abweichung der Magnetnadel beſtändig bald größer bald kleiner wird, und daß ſie immer in einer Bewegung iſt, wenn man ſie gleich weder im geringſten erſchüttert, noch durch nahe gebrachte eiſenartige Körper ſtöret. Dieſe geringe Bewegung der

Magnet-

Magnetnadel bald nach der einen bald nach der andern Seite der magnetiſchen Mittagslinie nennt man die **Veränderung** oder **Variation.** In Europa beweget ſich an den mehreſten Orten die Magnetnadel allmählig faſt alle Tage Vormittags gegen Weſten, und kehrt Nachmittags oder gegen Abend eben ſo gegen Oſten wieder zurück; jedoch finden an verſchiedenen Orten noch gewiſſe kleine Abänderungen ſtatt. Dieſe geringe und allmählige Veränderung der Magnetnadel, wodurch die mittlere Abweichung nicht geändert wird, kann man die **tägliche** oder **regelmäßige Veränderung** nennen. Selten findet man dieſe größer als $\frac{1}{4}$ Grad und oft viel kleiner. Allein mannigmahl nimmt man auch wahr, daß die mittlere Abweichung der Nadel von Tage zu Tage eine merkliche Veränderung leidet, welche nicht allmählig, ſondern plötzlich erfolget, oder auch daß die Nadel eine Zeitlang hin und herſchwanket. Dergleichen Veränderungen, welche oftmahls wohl ein Paar Grade und darüber betragen, kann man **unregelmäßige** nennen. Die tägliche Veränderung bemerkte ſchon im Jahre 1722 **Graham**, und **Wargentin** und **Canton** [α]) ſtellten darüber Beobachtungen an. Canton fand die tägliche Veränderung an die 574 Tage regelmäßig; unregelmäßige Veränderungen hat er weniger befunden, und wenn ſich dergleichen ereigneten, ſo waren ſie faſt jederzeit mit einem Nordlichte begleitet. In den neuern Zeiten haben beſonders die Herrn **Cotte** [β]) und **Caſſini** über die tägliche Veränderung der Magnetnadel ſorgfältige Beobachtungen angeſtellet, und gefunden, daß ſich die Magnetnadel vorzüglich ſtark in den Monathen May, Junius, Julius und Auguſt verändere, beſonders an den Tagen, welche nach Gewittern, oder nach welchen Gewitter folgen. Canton ſucht den Grund der täglichen Veränderung der Magnetnadel in der durch die Wärme geſchwächten

 magne-

α) An attempt to account for the regular diurnal variation of the horizontal magnetic needle, by *John Canton* in Philoſ. tranſact. Vol. LI. P. I. p. 398.

β) Journal des ſavans. Juillet 1775.

magnetiſchen Kraft, und beweiſet dieſes durch folgende Verſuche: In der Gegend von Oſt-Nord-Oſt eines Compaſſes ſtellte er einen kleinen Magnet ſo weit davon, daß er im Stande war mit der magnetiſchen Kraft des Südpols den Nordpol der Nadel auf 45 Grade nach Nordoſt zu halten; hierauf beſchwerte er ihn mit einem hohlen Gewichte von 16 Unzen, und goß in ſelbiges 2 Unzen ſiedendes Waſſer, wodurch der Magnet etwa 7 Minuten lang erhitzt wurde. In dieſer Zeit ging die Magnetnadel um ¼ Grad nach Norden zurück, blieb auf 44¼ Grad eine Zeitlang ſtehen, und kam in 9 Minuten wieder auf 44½ Grad, nach einigen Stunden aber erſt wieder auf 45 Grade. Er nahm ferner zwey Magnete, ſtellte auf jeder Seite des Compaſſes einen ſo, daß die Südpole derſelben den Norpol der Magnetnadel gleich ſtark zogen; nahm er aber einen weg, ſo brachte der andere die Magnetnadel auf 45 Grade. Beyde Magnete wurden mit hohlen Gewichten, jedes von 16 Unzen beſchweret, und in den öſtlichen 2 Unzen ſiedendes Waſſer gegoſſen. In der erſten Minute bewegte ſich die Magnetnadel um ½ Grad, und kam nach 7 Minuten auf 2¾ Grade; hier blieb ſie eine Zeitlang ſtille ſtehen, nach 34 Minuten aber, von der erſten Bewegung an, ging ſie wieder zurück auf 2½ Grad, und in 50 Minuten auf 2¼ Grad. Nun wurde das weſtliche Gewichte mit 2 Unzen ſiedenden Waſſer angefüllt, und er bemerkte, daß die Nadel in der erſten Sekunde auf 1¼ Grad ſtand; nach 6 Minuten auf der andern Seite auf ½ Grad zeigte, und ungefähr 40 Minuten hierauf die anfängliche Stellung wieder erlangte. Hieraus erkläret nun **Canton** die regelmäßige Veränderung der Magnetnadel auf dieſe Art: würden nähmlich in den Morgenſtunden die öſtlichen magnetiſchen Theile der Erde eher erwärmet, als die öſtlichen, ſo würde dadurch die magnetiſche Kraft geſchwächt, und die Nadel müſſe ſich mehr gegen Weſten bewegen; wenn aber auch die Weſtſeite erwärmet würde, und die Wärme auf beyden Seiten gleich hoch geſtiegen wäre, ſo müſſe die Nadel eine Zeitlang ſtille ſtehen, und die Abweichung ihr Größ-

tes erreichet haben; wenn hierauf in den Nachmittags- und Abendſtunden die öſtliche Seite eher als die weſtliche ſich abkühlte, ſo müſſe die magnetiſche Kraft der weſtlichen Theile der Erde geſchwächt werden, und die Magnetnadel müſſe wieder zurückgehen, bis auf beyden Seiten eine gleiche Temperatur ſtatt fände, da alsdann die weſtliche Abweichung ein Kleinſtes würde. Hieraus erkläret es ſich nun auch, daß in den Sommermonathen die Abweichung der Magnetnadel alle Mahl größer bemerket werden müſſe als in den Wintermonathen. Jedoch kann die Wärme nicht die alleinige Urſache des Rückgangs der Magnetnadel im Frühlinge ſeyn, welches aus den anhaltenden Beobachtungen des **Caſſini** ohne Ausnahme erfolget, weil man annehmen müßte, daß die Weſtſeite der Erde eher als die Oſtſeite erwärmet würde. Mir ſcheint aber hier die Luftelektricität mehr als die Wärme auf die Magnetnadel zu wirken, und zu verurſachen, daß ſie rückgängig werden müſſe. Denn vermöge vielfältiger Erfahrungen ſo wohl zu Lande als Waſſer wird die magnetiſche Kraft durch die Elektricität ſehr geſchwächt. Ja man hat häufige Beyſpiele, daß Gewitterwolken, welche über ſchwankende Magnetnadeln gezogen ſind, derſelben ihre magnetiſche Kraft ganz beraubet haben *). Nach den zuverläſſigen Beobachtungen des Herrn **von Sauſſüre** iſt Elektricität bey Nebeln vorzüglich anzutreffen, und nimmt immer zu, je mehr ſich die Nebelbläschen einander nähern. Zur Zeit der Frühlingsnachtgleiche, wo bey uns die ſtärkſten Nebel ſind, und die Sonne in die nördliche Halbkugel hinaufſteiget, wird die kühle Erde von der von Tag zu Tag höher kommenden Sonne nur allmählig wieder erwärmet. Wenn nun in den Frühſtunden die Sonne auf den dichten Nebel ſcheinet, ſo wird auf der Oſtſeite der größte Theil der Sonnenwärme auf die Verwandlung des Nebels in durchſichtigen Dampf verwendet, auf der Weſtſeite hingegen verdichtet ſich der Nebel, die Bläschen kommen näher an einander,

*) Recueil des mémoires ſur l'analogie de l'électricité et du magnétiſme par *J. H. van Swinden*. Tom. I. p. 472.

ander, und die atmoſphäriſche Elektricität nimmt zu. Ob nun gleich die immer höher ſteigende Sonne die magnetiſche Kraft der Theile der Erde auf der Oſtſeite zum Theil noch ſchwächt, und die tägliche Veränderung der Magnetnadel zu wege bringt, ſo ſchwächt doch die Kraft der Elektricität die magnetiſche Kraft der weſtlichen Theile der Erde noch mehr und verurſachet, daß die tägliche weſtliche Abweichung kleiner als die öſtliche ausfallen müſſe, mithin wird die Magnetnadel dadurch rückgängig. Zur Zeit der Herbſtnachtgleiche fällt zwar eben dieſer Umſtand ein; allein die noch ſtark von der Sommerhitze erwärmte Erde ſchwächt mit Hülfe der aufgehenden Sonne die magnetiſche Kraft der Erde auf der Oſtſeite mehr, als die Elektricität auf der Weſtſeite, und es muß daher die Magnetnadel immer mehr gegen Weſten hin ſich bewegen.

Unregelmäßige Veränderungen der Magnetnadel erfolgen größtentheils bey ſtarker Elektricität, ſtarken Winden u. d. gl.

M. ſ. von **Büffon's** Naturgeſchichte im V. Theile der Mineralogie. **Peter Elwin's** von den Aenderungen bey Abweichung der Magnetnadel; in den ſchwediſchen Abhandlungen 1747. S. 89. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte VI. Bandes, 1tes St. S. 172 u. f. Abweichung und Variation der Magnetnadel, auf dem königl. Obſervatorium zu Paris ſeit 1667 bis 1791 beobachtet von Hrn. **Caſſini** aus dem Journal de phyſique in **Grens** Journal der Phyſik. B. VII. S. 48 u. f. Fortſetzung, ebendaſ. B. VIII. S. 433 u. f. Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in einer Reihe von Briefen von **Michael Hube**, Leipz. 1793. I. Theil. 58 und 59ter Brief.

Abweichungskreis (circulus declinationis, cercle de declinaison) ſ. **Abweichung** oder **Deklination der Geſtirne.**

Abwiegung (libratio, libration) ſ. **Gewicht.**

Accord ſ. **Conſonanz.**

Achromatiſche Fernröhre ſ. **Fernröhre.**

Abhä-

Adhäſion, Anhängen (adhaeſio, adhéſion, adhérence). Dieſer Ausdruck bezeichnet das Phänomen, wo ſich flüſſige Körper an feſte Körper in der Berührung anhängen. Unzählige Beyſpiele, wovon die vorzüglichſten gleich mit mehreren angeführet werden ſollen, überzeugen uns, daß dieſes Phänomen allgemein ſey.

Man nehme eine runde Marmor= oder Metall= oder Glasplatte, und hänge ſelbige vermittelſt eines in der Mitte der einen Fläche angebrachten Hakens durch einen Faden an den Arm eines Wagebalkens ſo auf, daß die andere Grundfläche völlig horizontal iſt. Wenn nun dieſe Wage durch Gewichte ins Gleichgewicht gebracht, und die andere Fläche auf die Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers geleget würde, ſo wird ſich ſelbiges an die Fläche der Platte anhängen, und wenn das Auflegen der Fläche auf die Oberfläche des Waſſers mit gehöriger Vorſicht geſchehen iſt, daß keine Luftblaſen zwiſchen beyden Flächen ſich befinden, ſo wird man Gegengewichte brauchen müſſen, um die Platte von dem Waſſer loszureiſſen. Die Gewichte welche zum Losreiſſen der Platte nöthig waren, werden beſtimmen, mit welcher Kraft die Platte an dem Waſſer hieng. Wird dieſer Verſuch bey verſchiedenen Flüſſigkeiten, als z. B. bey Weingeiſt, Oel u. d. gl. wiederhohlet, ſo wird ſich finden, daß bey gleicher Berührungsfläche verſchiedene Gegengewichte gebrauchet werden müſſen, ehe die Platte losreiſſet. Es iſt daher die Kraft, mit welcher verſchiedene flüſſige Materien an einerley Berührungsfläche anhängen, gar ſehr verſchieden. **Muſchenbroek** *) hatte verſchiedene metallene Cylinder verfertigen laſſen, deren Durchmeſſer 1,916 rheinländiſche Zolle hatte. Die Grundfläche dieſer Cylinder, welche recht glatt poliret waren, beſtrich er nach gehöriger Erwärmung mit Talg, ließ zwey an einander erkalten, und riß den einen, nachdem er den andern genug befeſtiget hatte, mittelſt Gewichte von dem andern los. Hierbey nimmt er nun an, daß der Druck der

*) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. I. §. 1096.

der Luft 41 Pfund betragen habe, und fand, daß zuſammenhiengen Cylinder

von Glas	mit 130	Pfund	— 41	=	89	Pfund
— Meſſing	150	—	— 41	=	109	—
— Kupfer	200	—	— 41	=	159	—
— Silber	125	—	— 41	=	84	—
— gehärtetem Stahl	225	—	— 41	=	184	—
— weichem Eiſen	300	—	— 41	=	259	—
— Zinn	100	—	— 41	=	59	—
— Bley	275	—	— 41	=	234	—
— Zink	100	—	— 41	=	59	—
— Wismuth	150	—	— 41	=	109	—
— weißem Marmor	225	—	— 41	=	184	—
— ſchwarzem Marmor	230	—	— 41	=	189	—
— Elfenbein	108	—	— 41	=	67	—

Auch Herr v. **Morveau** *) ſtellte einige Verſuche mit verſchiedenen Metallplatten an, deren Durchmeſſer 1 Zoll betrug, die Kraft des Anhängens mit Queckſilber zu beſtimmen. So hieng an der Fläche des Queckſilbers

Gold	mit 446 Gran		Zink	mit 204 Gran	
Silber	— 429	—	Kupfer	— 142	—
Zinn	— 418	—	Spiesglaskönig	— 126	—
Bley	— 397	—	Eiſen	— 115	—
Wismuth.	— 372	—	Kobalt	— 8	—

Herr **Achard** β) hat ebenfalls eine ſehr große Anzahl von Verſuchen dieſer Art mitgetheilet.

Ferner hat Herr Prof. **Huth** γ) Verſuche über das Anhängen des Waſſers an verſchiedene Holzarten angeſtellet. Er bediente ſich hierzu Würfel von einem rheinländ. Cubikzoll, ließ vorher dieſelben 24 Stunden lang unter Waſſer eingetaucht, damit während des Verſuchs kein Waſſer mehr vom Holze eingeſogen würde. Hierauf wurden die ſo durchnäßten

*) Anfangsgründe der theoretiſchen und praktiſchen Chemie von Hrn. v. Morveau, Maret und Durande, aus dem Franz. von Chriſt. Ehrenfr. Weigel. Th. I. Leipz. 1779. 8. S. 49.

β) Verſuche über die Kraft, mit welcher die flüſſigen und feſten Körper zuſammenhängen in ſeinen chemiſch-phyſiſchen Schriften, Berlin 1780. gr. 8. S. 354 f.

γ) Grens neues Journal der Phyſik. B. III. S. 299 u. f.

näßten Würfel in der Luft ſo weit abgetrocknet, daß kein an-hangendes Waſſer auf der Oberfläche ſichtbar war. Das Waſſer ſelbſt, deſſen er ſich beym Verſuche bediente, hatte eine Temperatur von 14 Grad nach Reaumur mit Queckſilber. Seine Reſultate waren folgende

Holzarten.	Stärke des Anhängens an eine Quadratzollfläche.	
	Geſägte Fläche.	Gehobelte Fläche.
Kienenholz	56 Grane	51 Grane
Eichenholz	52 —	52 —
Elſenholz	53 —	53 —
Weißbuchenholz	56 —	54 —
Pflaumenholz	55 —	55 —
Birnbaumholz	50 —	50 —
Nußbaumholz	53 —	53 —
Maulbeerholz	54 —	53 —
Fliederholz	53 —	52 —
Türkiſch Fliederholz	51 —	53 —

Berechnet man nun aus dieſer Tabelle, wie ſtark ein rheinländiſcher Quadratfuß Seitenfläche dieſer Holzarten mit dem Waſſer zuſammenhänge, ſo ergibt ſich, daß man die Stärke, womit das Waſſer ſich an die verſchiedenen Holzarten bey einer rheinlandiſchen Quadratfußfläche hängt, ohne die größte Schärfe dabey zu beabſichtigen, auf 1 Pfund ſchätzen kann.

Wenn auf dieſe Weiſe mit verſchiedenen Platten, deren Durchmeſſer ſich wie 1, 2, 3, 4 u. ſ. verhalten, Verſuche angeſtellet werden, ſo ſcheinet daraus dieß Geſetz zu folgen, **daß die Kraft, womit die flüſſigen Materien an feſten Körpern anhängen, ſich wie die Grundfläche der Körper verhalte.** So hängen z. B. metallene Platten, deren Durchmeſſer ſich wie 1, 2, 3, 4 u. ſ. verhalten, mit Waſſer, Oel oder Queckſilber u. ſ. verſchiedentlich zuſammen, die Verhältniſſe der Kraft aber, womit ſie zuſammenhängen, ſind wie 1^2, 2^2, 3^2, 4^2 u. ſ. folglich wie die Grundflächen. Außerdem iſt aber noch kein allgemeines Geſetz bekannt, nach welchem ſich die Kraft des Anhängens bey ungleichartigen Körpern richte. Die Erfahrung lehret hier nichts weiter, als daß ſich Flüſſigkeiten

mehren-

mehrentheils nur an diejenigen feſten Körper anhängen, welche ſpecifiſch ſchwerer und dichter ſind, als die Flüſſigkeiten; nicht aber ſo leicht an diejenigen, welche ſpecifiſch leichter und nicht ſo dicht ſind. Jedoch leidet auch dieſer Satz ſehr viele Ausnahmen, und es iſt keinesweges allgemein wahr, wie **Hamberger** *) darzuthun ſich bemühte, daß ſich die Kraft des Anhängens bey verſchiedenen ungleichartigen Körpern wie die Dichtigkeiten verhalte. So bald ſich aber flüſſige Körper an feſte anhängen, ſo müſſen nothwendig die Theile derſelben mit der Oberfläche des feſten Körpers ſtärker zuſammenhängen, als unter ſich ſelbſt. Denn es reiſſen ſich die Theile der flüſſigen Körper los, und hängen ſich bey der Berührung an die Oberfläche der feſten Körper an, oder **zerfließen auf ihr, machen ſie naß.** Iſt im Gegentheil die Kraft des Zuſammenhanges der Theile einer flüſſigen Materie unter ſich ſtärker, als mit den Theilen eines feſten Körpers, ſo zerfließen jene nicht auf dieſen, oder machen ihn nicht naß, wenn er in die Flüſſigkeit eingetaucht wird, ſondern bilden auf ſelbigen lauter kleine platt gedruckte Kügelchen, welche einer völligen Kugel deſto näher kommen, je kleiner die Theile ſind. So zerfließt Queckſilber auf Geld, Silber, Bley, Zinn u. ſ. f. und macht ſie naß; im Gegentheil zerfließt es nicht auf Holz, Stein, Glas, Papier und andern Körpern, und macht dieſe daher nicht naß. Waſſer zerfließt nicht auf einer mit Fett oder Oel oder mit Bärlappſamen beſtrichenen Fläche, und man kann einen Finger ins Waſſer tauchen, ohne ihn naß zu machen, wenn dergleichen Samen auf die Oberfläche des Waſſers iſt geſtreuet worden; ſonſt macht es aber Holz, Stein, Papier, die Metalle und die mehreſten Körper naß oder zerfließt auf ihnen.

Außer dieſen angezeigten Wirkungen der Adhäſion gründen ſich darauf noch die von folgenden Phänomenen.

Wenn eine flüſſige Materie in einem Gefäße ſich befindet, deſſen Theile unter ſich ſtärker zuſammenhängen, als mit den Theilen der flüſſigen Materie, ſo ſteiget die flüſſige Materie

*) Elementa phyſices. Jenae 1735. 8. §. 157. 158.

Materie an den Wänden des Gefäßes hinauf, und die Oberfläche bildet eine concave Fläche, welche deſto mehr concav iſt, je enger das Gefäß ſelbſt iſt. Auf eben dieſe Weiſe wird auch die flüſſige Materie an einem feſten Körper rund herum hinauf ſteigen, wenn er in ſelbige getauchet wird. So ſteht in einem gläſernen Gefäße Waſſer mit einer concaven Fläche, ſo wie auch Queckſilber in einem zinnernen oder bleyernen Gefäße. Auch wird ſich um einen Glascylinder, welcher ins Waſſer getauchet wird, und um eine Zinnſtange im Queckſilber eine Erhöhung bilden. Würde eine ſolche flüſſige Materie ganz allein den Geſetzen der Schwere folgen, ſo müßte ſie vermöge hydroſtatiſcher Geſetze in dem Gefäße eine vollkommene horizontale Fläche bilden, da ſie aber mit den Theilen des Gefäßes zuſammenhänget, ſo müſſen eben die an den Wänden deſſelben befindlichen Theile der flüſſigen Materie durch die Kraft der Adhäſion in ihrem, vermöge der Schwere, ſenkrechten Drucke nach unten vermindert, und folglich an den Wänden des Gefäßes um ſo viel in die Höhe ſteigen, daß ihr verminderter Druck mit dem Gegendrucke der entfernten Theile der flüſſigen Materie im Gleichgewicht ſtehn. Wenn aber die Theile einer flüſſigen Materie unter ſich ſtärker, als mit den Theilen desjenigen Körpers, woraus ein Gefäß gemacht worden, in welchem die flüſſige Materie ſich befindet, zuſammenhängen, ſo bildet ſie eine convexe Oberfläche und zeiget an den Wänden des Gefäßes eine Vertiefung. Je enger das Gefäß iſt, deſto mehr kömmt die Oberfläche mit der Oberfläche eines Kugelſegmentes überein. Auch wenn ein feſter Körper von eben der Art in eine ſolche flüſſige Materie eingetauchet wird, ſo bildet ſich um jenen herum eine Vertiefung. So ſteht Queckſilber in einem gläſernen Gefäße mit einer convexen Fläche, ſo wie auch Waſſer in Gefäßen, deren Seitenwände mit Fett beſtrichen und mit Bärlappſamen beſtreuet ſind. Wären die Theile einer ſolchen flüſſigen Materie ganz allein den Geſetzen der Schwere unterworfen, ſo müßten ſie eine vollkommen wagrechte Fläche bilden. Da aber dieſe Theile zu gleicher Zeit ſchwer und zuſam-

zuſammenhängend ſind, ſo müſſen auch diejenigen Theile, welche in der Mitte um denjenigen Theil des von der Schwere ſenkrecht bewirkten Druckes höher ſtehen, den die Kraft des Zuſammenhangs zu erhalten nicht vermag, herabſinken. Daher wird auch die Convexität nur an den Wänden des Gefäßes bemerkbar ſeyn, da ſonſt die Oberfläche ein vollkommnes Kugelſegment bilden müßte.

Wenn eine kleine hohle Glaskugel in die Mitte des Waſſers, das in einem kleinen Gefäße ſich befindet, geſetzet wird, ſo bleibt es daſelbſt ruhig ſtehen; ſo bald es aber nach ein oder der andern Seite der Wand des Gefäßes etwas näher kommt, ſo wird es ſich mit beſchleunigter Bewegung dahin bewegen. Taucht man einen Finger oder ſonſt einen feſten Körper, an welchem das Waſſer zerfließt, hinein, ſo wird ſich eben ſo die Kugel von der Mitte hinweg nach demſelben bewegen, und daran hängen bleiben. Aus eben dem Grunde erfolget eine beſchleunigende Bewegung von zweyen Glaskugeln gegen einander, wenn ſie ſich auf dem Waſſer nahe genug bey einander befinden. Geſetzt die kleine Glaskugel A (fig. 8) werde in die Mitte eines mit Waſſer angefüllten Gefäßes gebracht, ſo wird es ſich nach hydroſtatiſchen Geſetzen bis zu einer gewiſſen Tiefe eintauchen, und rund herum, wie bey f und e, einen kleinen Waſſerberg erheben. Weil nun das Waſſer um die Kugel herum gleich hoch ſtehet, ſo wird ſie von demſelben nach allen Seiten hin gleich ſtark gezogen. Vermöge der Vorausſetzung iſt ſie aber nach allen Richtungen von den Wänden des Gefäßes gleich weit entfernet, folglich heben ſich dadurch alle entgegengeſetzten Kräfte gegen einander auf, und es kann die Kugel keiner Bewegung folgen, mithin muß ſie ruhen. So bald aber die Kugel von der Mitte weg der einen Seite des Gefäßes ſich nähert, ſo wird der an der Seitenwand des Gefäßes befindliche Waſſerberg a mit dem an dieſer Seite der Kugel befindlichen ſich vereinigen, und dadurch verurſachen, daß das Waſſer auf dieſer Seite höher als an den übrigen Seiten der Kugel ſtehet. Da nun dieſerwegen die Kraft der Adhäſion an dieſer

Seite vermehret wird, ſo muß die Kugel dahin ſich bewegen. Je näher ſie der Wand des Gefäßes kommt, deſto höher ſteiget das Waſſer an der Wand und an der Kugel; dadurch wird aber die Berührung des Waſſers mit der Kugel deſto größer; demnach wird ſie ſich auch mit deſto größerer Geſchwindigkeit gegen die Wand des Gefäßes hin bewegen.

So bald das Gefäß mit einer flüſſigen Materie, welche die Theile deſſelben naß macht, etwas über voll angefüllt wird, jedoch ſo, daß ſie nicht überläuft, ſo bildet die Oberfläche eine convexe Geſtalt, welche deſto mehr einer ſphäriſchen nahe kommt, je kleiner der Durchmeſſer des Gefäßes iſt. Der Grund hiervon liegt allein darin, daß die flüſſige Materie für ſich allein Tropfen bildet. Würde nun eine kleine hohle gläſerne Kugel A (fig. 9) auf die erhabene Oberfläche des Waſſers in dem damit angefüllten Gefäße a b c d an den Rand deſſelben geleget, ſo kann ſelbige nicht ruhig ſtehen bleiben, ſondern ſie wird ſich gegen die Mitte hin bewegen, indem ſich in f vermöge der Kraft der Adhäſion mehr Waſſer an die Kugel anleget, als am Rande des Gefäßes in e, folglich wird auch die Kraft der Adhäſion in f ſtärker als in e wirken, und dadurch eine Bewegung verurſachen, welche nicht eher aufhören wird, als bis das Waſſer ſich rund herum um die Kugel gleich hoch angeleget hat, folglich nicht eher als bis ſie in die Mitte des Waſſers gekommen iſt.

Wenn ein mit einer flüſſigen Materie angefülltes Gefäß, deſſen Theile von jener naß gemacht werden, gegen den Horizont geneigt wird, ſo daß die flüſſige Materie auslaufen kann, ſo wird ſelbige längs der äußern Wand des Gefäßes herabſinken, da ſie doch eigentlich, wenn ſie bloß den Geſetzen der Schwere folgte, ſenkrecht gegen die Erde ſich bewegen ſollte. Weil aber dieſe ſich bewegende flüſſige Materie von zweyen Kräften zugleich nähmlich von der Kraft der Adhäſion und der Schwere zur Bewegung angetrieben wird, ſo muß ſie dadurch eine mittlere Bewegung erhalten, deren Richtung der äußere Rand des Gefäßes iſt. Wenn im Gegentheil die in dem Gefäße flüſſige Materie unter ſich ſtärker,

als mit den Theilen des Gefäßes zuſammenhänget, ſo wird ſie auch, wenn ſie allmählig ausgegoſſen wird, nicht an der Wand des Gefäßes von außen herablaufen, ſondern ſenkrecht gegen die Erde herabfallen. Dieß iſt der Grund, warum man im gemeinen Leben dem Geſchirr, aus welchem flüſſige Materien ausgegoſſen werden ſollen, oben an der Oeffnung einen gebogenen Rand gibt, oder daſelbſt eingeſchnittene Ausgüſſe macht, um dadurch die Berührung zu vermindern, und der Kraft der Adhäſion eine andere Richtung zu geben, damit ſie nicht an der äußern Wand des Gefäßes herablaufen können. Es ſey a b c d (fig. 10) ein Glas, das mit Waſſer angefüllet worden. Wird nun ſelbiges gegen den Horizont geneigt, ſo daß das Waſſer auslaufen kann, ſo wird es an der äußern Wand a b herablaufen, und in b gegen die Erde herabſinken. Weil nun die Richtung der Kraft der Adhäſion auf der Wand des Gefäßes ſenkrecht iſt, mithin nach a d wirkt, die Richtung der Schwere aber ſenkrecht gegen die Erde nach a e, ſo wird das Waſſer in der mittleren Richtung a b ſich bewegen, folglich an der äußern Wand des Gefäßes herablaufen. So bald aber das Waſſer in b anlangt, ſo wird nun die Kraft der Adhäſion nach der Richtung b f wirken, welche mit der Richtung der Schwere b g in einer geraden Linie fällt, folglich wird auch ſelbiges in dieſer Richtung b g herabfallen. Würde der Waſſerſtrahl an der Wand des Gefäßes ſehr ſchnell herablaufen, ſo erhält es durch den Fall eine gewiſſe Geſchwindigkeit nach der Richtung b k fort zu gehen. Weil aber die Richtung der Schwere b g beſtändig auf ihn wirkt, ſo durchläuft er die Diagonale b h, welche eigentlich eine krumme Linie iſt, die man Parabel nennt. Hätte ſich aus dem Glaſe nur ein einziger Tropfen an der Wand des Gefäßes herabgeſenkt, ſo könnte auch die Kraft der Adhäſion nach der Richtung b f in b größer ſeyn als die Schwere nach der Richtung b g; in dieſem Falle würde der Tropfen in b am Gefäße hängen bleiben. Wenn endlich das Glas ſchnell gegen den Horizont geneiget wird, ſo daß die Kraft der Adhäſion durch die Schwere überwältiget

tiget wird, ſo wird das Waſſer nicht mehr an der Wand des Gefäßes herablaufen, ſo wie eben dieſer Erfolg ſtatt finden wird, wenn die Wand des Gefäßes mit der Horizontalfläche parallel iſt. Denn alsdann fällt die Richtung der Kraft der Adhäſion mit der Richtung der Schwere in eine gerade Linie, und iſt dieſer gerade entgegengeſetzet.

Wenn aus einer engen Röhre, deren Oeffnungshalbmeſſer etwa den vierten Theil einer Linie beträgt, ein Waſſerſtrahl ſenkrecht in die Höhe ſpringt, und man berühret ſelbigen mit einem runden Stabe, worauf das Waſſer zerfließt, ſo legt es ſich rund um den Stab herum an, und fällt alsdann herab. Es ſey nähmlich b a (fig. 11) die Röhre, aus deren Oeffnung a das Waſſer ſenkrecht in die Höhe ſpringt, und e ein hölzerner Stab, welcher den Waſſerſtrahl berühret. Man betrachte den Tropfen c, dieſer hat eine Kraft nach der Richtung c d in die Höhe zu ſteigen; vermöge der Kraft der Adhäſion aber wird er nach dem Mittelpunkte des Stabes gezogen, folglich muß er in der mittleren Richtung c f ſich fortbewegen. Da nun die Kraft der Adhäſion ſtetig auf ihn wirkt, ſo wird er beſtändig von der Richtung der Tangente abgelenket, und muß um den Stab herum eine krumme Linie beſchreiben. Iſt der Tropfen in h angelangt, ſo erhält er auch wegen der darauf wirkenden Schwere eine beſchleunigende Bewegung, welche aber wieder geſchwächt wird, wenn er in g der Richtung der Schwere entgegen wieder in die Höhe ſteigen will. Da nun die ſehr ſchnell nachfolgenden Tropfen ſich mit den vorhergehenden in g vereinigen, und daſelbſt ſich häufen, folglich vermöge ihres größern Gewichtes die Kraft der Adhäſion überwinden, ſo folgt, daß der Waſſerſtrahl bey g von dem Stabe herabfalle. Wäre im Gegentheil die Mündung der Röhre, woraus der Waſſerſtrahl ſenkrecht in die Höhe ſpringt, weit, ſo wird ſich das Waſſer um den Stab herum alsdann nicht bewegen; denn alsdann iſt die Kraft des Waſſerſtrahls ſo ſtark, daß die Kraft der Adhäſion dagegen verſchwindet.

Springt ein Waſſerſtrahl aus einer ſenkrechten Röhre, deren Oeffnung ſchief iſt, in die Höhe, ſo wird er nun nicht ſenkrecht, ſondern in einer geneigten Richtung ſteigen, wofern die Oeffnung nur klein iſt. Wäre aber die Oeffnung groß, ſo wird der Strahl ſenkrecht in die Höhe gehen. Geſetzt, es wäre ab (fig. 12) eine enge Röhre, aus deren ſchiefen Oeffnung bey b das Waſſer ſenkrecht heraus zu ſpringen genöthiget iſt, ſo wird die Kraft des Strahls nach der Richtung bc gehen; da aber die Kraft der Adhäſion noch in der Richtung bd auf den Waſſerſtrahl wirket, ſo muß er in der mittleren Richtung be ſich bewegen, und folglich in einer geneigten Richtung in die Höhe ſteigen. Wäre die Oeffnung weit, ſo wird die Kraft der Adhäſion gegen die Kraft des Waſſerſtrahls, ſenkrecht aufzuſteigen, unmerklich.

Wenn ein leicht beweglicher Körper auf einer flüſſigen Materie ſchwimmt, deren Theile unter ſich ſtärker als mit dieſer zuſammenhängen, die flüſſige Materie aber in einem Gefäße ſich befindet, welches damit zuſammenhänget, ſo beweget ſich dieſer Körper von dem Rande des Gefäßes wegwärts, und zwar iſt die Bewegung deſto größer, je näher derſelbe dem Gefäße gebracht wird. Auch wenn ein Körper in die flüſſige Materie, welche daran zerfließt, geſteckt, und dem ſchwimmenden Körper nahe genug gebracht wird, ſo bewegt er ſich ebenfalls von jenem wegwärts. Wenn z. E. eine hohle Glaskugel mit Fett beſtrichen und mit Bärlappſamen beſtreuet auf die Oberfläche des Waſſers, das ſich in einem gläſernen Gefäße befindet, gebracht wird, ſo beweget es ſich von dem Rande des Gefäßes gegen die Mitte; auch dieſe Bewegung erfolget, wenn ein Finger dieſer Kugel im Waſſer nahe genug gebracht wird. Der Grund von dieſem Phänomen liegt bloß darin, daß die Kugel von einer ſchiefen Ebene herabgleitet.

Wenn zwey reine glatte Glasſtreifen unter einem ſpitzigen Winkel abd (fig. 13) über einander geſtellet werden, und ein Tropfen von einer flüſſigen Materie, welche am Glaſe zerfließet, als Waſſer, Oel, Weingeiſt u. d. gl. gebracht

wird,

wird, ſo daß er beyde Glasſtreifen berühret, ſo wird er vermöge der Kraft der Adhäſion dieſe Geſtalt a c d g annehmen. Weil nun dieſe Kraft der Adhäſion gegen die Flächen beyder Glasſtreifen e b und f b ſenkrecht wirkt, folglich die Richtung derſelben gegen den einen Streifen e b nach c a, und die Richtung gegen den andern f b nach c d iſt, welche beyde den Winkel a c d einſchließen, ſo muß ſich der Tropfen in der mittleren Richtung c b hinbewegen, weil auf dieſer Seite die größte Berührung ſtatt findet. Je näher er nun dem Winkel b kommt, deſto größer wird die Berührung, folglich iſt auch die Bewegung deſto größer. Er muß ſich alſo mit beſchleunigter Bewegung gegen die Spitze des Winkels hinbewegen.

Auf die Kraft der Adhäſion gründen ſich noch ſehr viele bekannte Handthierungen, als das Löthen, Vergolden, Verſilbern, Verzinnen, das Leimen, der Mörtel u. d. gl. Auch die Wirkungen in den ſo genannten Haaröhrchen haben ihren Grund in der Kraft der Adhäſion, wovon der Artikel **Haarröhrchen** nachzuſehen iſt.

Wenn man ſich um die wahre Urſache der Adhäſion bekümmert, ſo trifft man auf Schwierigkeiten, welche es beynahe unmöglich zu machen ſcheinen, ſelbige mit Gewißheit zu entdecken, und die bisherigen Verwechſelungen der Begriffe von dem allgemeinen Anziehen aller Materie und dem Anziehen, welches in der Berührung ſtatt findet, vermehren dieſe noch mehr. Unter dem Artikel **Attraktion** werde ich mich bemühen, alles in Verbindung gehörig aus einander zu ſetzen. Hier nehme ich nur Gelegenheit, noch einiges wenige hierher gehörige beyzubringen.

Nach der atomiſtiſchen Lehrart, welche bloß Anziehen der Materie gegen einander annimmt, ohne nur irgend einen Grund davon angeben zu können, wird die Urſache der Adhäſion in alle Ewigkeit ein unerforſchliches Geheimniß bleiben.

Nach der dynamiſchen Lehrart hingegen muß man das Anziehen der Materie, welches auch in der Entfernung durch

 den

den leeren Raum wirkt, von dem Anziehen in der Berührung wohl unterſcheiden. Die Geſetze von dem erſtern Anziehen hat ſchon längſt **Newton** entdecket, die Geſetze von dem andern Anziehen aber, wohin die Adhäſion und Cohäſion zu rechnen iſt, hat man aus ſeiner Wirkung auch bis auf den heutigen Tag noch nicht entwickeln können. Dieſer Unterſchied von beydem Anziehen iſt bisher gar nicht mit Sorgfalt beobachtet worden, und es würde der daraus zu ziehenden Folgen wegen der Deutlichkeit einen ſehr großen Eintrag thun, das Anziehen in der Ferne allein Anziehen, das ſcheinbare Anziehen in der Berührung aber lieber Adhäſion und Cohäſion zu nennen. Aus dem empiriſchen Begriffe der Materie läßt ſich keinesweges folgern, daß die wirkende Urſache als Kraft von der Wirkung der Adhäſion oder Cohäſion eine weſentliche Kraft der Materie ſey, obgleich die Wirkung ein allgemeines Phänomen iſt, und ſie kann daher nicht als Grundkraft betrachtet werden. Herr **Gren** *) iſt ſelbſt durch Fehlſchlüſſe aus dem Begriff der Attraktion verleitet worden, wie ich unter dem Artikel **Grundkräfte** ausführlicher darthun werde, die Cohäſionskraft oder, wie er ſie nennt, anziehende Kraft als eine eigene Grundkraft zu betrachten, und ſie von der Schwerkraft, welche doch nur Wirkung von der allgemein anziehenden Kraft iſt, zu unterſcheiden.

M. ſ. *G. Erh. Hambergeri* elementa phyſices. Jenae 1735. 8. §. 167. 168. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre. §. 80 u. ſ. Meine Anfangsgr. der Phyſik. Kapitel Cohärenz.

Aeolipile ſ. **Windkugel.**

Aeolusharfe ſ. **Windharfe.**

Aepfelſäure (acidum malicum, acide malique). Sie iſt eine eigene vegetabiliſche Säure, welche ſich in den Aepfeln und andern ſäuerlichen Früchten findet. Man kann ſie auf folgende Art erhalten: man ſättiget den Saft der Aepfel

*) Grundriß der Chemie nach den neueſten Entdeckungen von Gren I. Theil. §. 17. Deſſelb. Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8.

Aepfel mit Pottaſche oder Soda, gießt darauf eine Auflöſung von eſſiggeſäuertem Bley, dadurch verbindet ſich die Aepfelſäure mit dem Bley, und fällt zu Boden. Dieſen Niederſchlag wäſcht man aus, und gießt alsdenn hierauf eine ſchwache Schwefelſäure, welche ſich mit dem Bley verbindet und die Aepſelſäure flüſſig zurückläßt, die nun durchs Filtriren erhalten werden kann. Sie läßt ſich auch künſtlich aus Zucker bereiten. Man gießt nähmlich verdünnte Salpeterſäure auf den Zucker, und ſchüttet in dieſe Auflöſung Kalkwaſſer, ſo verbindet ſich der Kalk mit den übrigen darin enthaltenen Pflanzenſäuren, fällt zu Boden und hinterläßt im Flüſſigen eine apfelgeſäuerte Kalkerde, woraus durch Bleyeſſig und Schwefelſäure die Apfelſäure wie vorhin gewonnen werden kann. Mit den Laugenſalzen und Erden verbunden gibt ſie eigene Neutral- und Mittelſalze: nähmlich mit Pottaſche **apfelgeſäuerte Pottaſche** (alcali vegetabile malatum, malate de potaſſe); mit Soda **apfelgeſäuerte Soda** (alcali minerale malatum, malate de ſoude); mit Ammoniak **apfelgeſäuertes Ammoniak** (alcali volatile malatum, malate d'ammoniaque). Mit der Kalkerde gibt ſie das Mittelſalz die **apfelgeſäuerte Kalkerde** (calx malata, malate de chaux), welches ſich im Waſſer aber nicht im Weingeiſte auflöſen läßt, und vorzüglich hierdurch von den vegetabiliſchen Säuren unterſcheidet.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme iſt die Apfelſäure zuſammengeſetzt aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff; jedoch enthält ſie mehr Sauerſtoff als die Sauerkleeſäure, aber weniger als die Eſſigſäure; dagegen befindet ſich in ihrer Grundlage etwas mehr Kohlenſtoff und etwas weniger Waſſerſtoff als in der Eſſigſäure. Nach dem phlogiſtiſchen Syſtem iſt ſie zuſammengeſetzt, aus Brennſtoff, Waſſerſtoff und kohlenſaurer Grundlage, nebſt Baſis der Lebensluft.

M. ſ. über die Frucht- und Beerenſäure von Herrn **C. W. Scheele**; in **Crells** chem. Annal. 1785. B. II. S. 291 f. **Hermbſtädt** über die neu entdeckte Aepfelſäure; in ſeinen

Verſuchen und Beobachtungen. B. I. S. 304. **Weſtrumb**, etwas von der Natur der Aepfelſäure, in ſeinen kleinen chem. Abhandl. B. II. H. 1. S. 357. Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie von **Chriſt. Girtanner**. Berl. 1795. 8. S. 327. Syſtemat. Handbuch der geſammten Chemie von **F. A. C. Gren** Th. II. Halle, 1794. 8. §. 1122 u. f.

Aequator, **Mittelkreis**, **Aequinoctialkreis**, **Gleicher** (aequator, circulus aequinoctialis, équateur) iſt ein größter Kreis der Himmelskugel, auf deſſen Ebene die Weltaxe ſenkrecht ſteht, welcher folglich von den Weltpolen allenthalben gleich weit, nähmlich um einen Quadranten, entfernet iſt. Dieſer Kreis theilet daher auch die ganze Himmelskugel in zwey gleich große Halbkugeln, in die ſo genannte **nördliche** und **ſüdliche** ab. Wenn ſich die Himmelskugel um die Weltaxe zu drehen ſcheinet, ſo beſchreibet ein jeder Stern binnen 24 Stunden einen Kreis, der mit dem Aequator parallel gehet, und **Tagekreis** genennet wird (ſ. **Tagekreis**). In der Aſtronomie wird der Aequator vorzüglich gebrauchet, um die Lage der Geſtirne gegen ihn zu beſtimmen. In dieſer Abſicht wird er alsdann, wie ein jeder anderer Kreis, in 360 Grade, jeder Grad in 60 Minuten u. ſ. f. eingetheilet. Die Grade werden von dem Frühlingspunkte an von Abend gegen Morgen gezählet, und eben dadurch wird die gerade Aufſteigung der Geſtirne beſtimmet (ſ. **Aufſteigung, gerade**). Wenn alſo die Abweichung und die gerade Aufſteigung eines Sternes bekannt iſt, ſo iſt auch ſelbſt die Lage des Sternes bekannt. Vorzüglich dienet aber auch der Aequator zur Beſtimmung der Zeit der täglichen ſcheinbaren Bewegung der Geſtirne. Die Beobachtungen lehren nähmlich, daß die ſcheinbare Bewegung des Himmels gleichförmig von ſtatten gehe, d. h., daß in gleichen Zeittheilchen auch gleiche Bogen vom Aequator, folglich auch gleiche Bogen von dem Tagekreiſe der Sterne durch den Mittagskreis hindurchgehen. Weil folglich alle 24 Stunden 360 Grade durch den Mittagskreis geſchoben werden, ſo läßt ſich nach der Regel Detri ungemein leicht berechnen,

rechnen, daß in 4 Minuten 1°, in 4 Sekunden 1′, in 4 Tertien 1″, in 1 Stunde 15° in 1 Minute 15′ und 1 Sekunde 15″ des Aequators durch den Mittagskreis gehen müſſen. Dieß würde nun eben ſo viel bedeuten, als wenn zwey Fixſterne von einander um ſo viele Grade, Minuten oder Sekunden in Anſehung der geraden Aufſteigung von einander entfernet ſind, ſo muß ſo viele Zeit verfließen, wenn nach der Culmination des vorhergehenden Sternes der nachfolgende culminiren ſoll. Man nennt die auf dieſe Weiſe beſtimmte Zeit die **Sternzeit** oder die Zeit der erſten Bewegung (ſ. **Sternzeit**). Umgekehrt läßt ſich nun auch ſehr leicht berechnen, wie viele Grade, Minuten u. ſ. f. in einer gewiſſen Zeit von dem Aequator durch den Mittagskreis geſchoben werden. So gehen z. B. in einer Stunde 15 Grade, in einer Minute 15′ durch den Mittagskreis u. ſ. Wenn ferner aus den Beobachtungen bekannt iſt, wie viele Grade und Minuten vom Aequator ein mittlerer Sonnentag zum Durchgehen der mittleren Stelle der Sonne durch den Mittagskreis gebrauchte, ſo würde nun auch das Verhältniß der Sternzeit zu der mittleren Sonnenzeit bekannt ſeyn, und man könnte alsdann ſehr leicht Bogen des Aequators in mittlere Sonnenzeit, und dieſe in jene verwandeln (ſ. **Sonnenzeit**).

Alle größte Kreiſe auf der Himmelskugel werden von dem Aequator in Halbkreiſe geſchnitten, und diejenigen Kreiſe beſonders, welche durch die Weltpole gehen, ſtehen auf dem Aequator ſenkrecht, wie z. E. die Abweichungskreiſe der Geſtirne, die Mittagskreiſe u. d. gl. Beſonders ſchneiden der Aequator und der Horizont einander im wahren **Morgen**- und im wahren **Abendpunkte.** So bald wie die Sonne in den Aequator in ihre ſcheinbare Bahn kommt, ſo iſt auch an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich, und eben hiervon hat er den Nahmen erhalten.

M. ſ. meine Anfangsgründe der optiſchen und aſtronomiſchen Wiſſenſchaften. Jena, 1794. 8. Aſtronom. dritt. Kapitel S. 297. §. 109 u. f. **J. E. Bode** kurz gefaßte Erläuterung der Sternkunde. §. 177 u. f.

Aequator der Erde, Aequinoctiallinie, die Li-nie (aequator telluris, linea aequinoctialis, équateur de la terre, ligne équinoxiale, la ligne), iſt der größ[te] Kreis auf unſerer Erdkugel, welcher von den Erdpolen aller-halben gleich weit, nähmlich um einen Quadranten, entfer[net] iſt. Er fällt alſo gerade in die Ebene des Mittelkreiſe[s], indem er gehörig bis an die Himmelskugel erweitert den A[e]quator ſelbſt gibt. Es ſind folglich auch die Erdpole d[ie] Pole und die Erdaxe die Axe des Erdäquators. Nimm[t] man die tägliche Bewegung der Erde um die Axe an, ſo b[e]ſchreiben alsdann alle Oerter auf der Erde Kreiſe, welch[e] mit dieſem Erdäquator parallel ſind, und die Weltpole [z]u Polen haben. Alle Meridiane, welche bis an die Himmels[-]kugel erweitert Deklinationskreiſe geben würden, ſtehen a[uf] dem Erdäquator ſenkrecht, und ihre Durchſchnittspunkte m[it] demſelben ſind von den Polen um 90 Grade entfernet. D[ie] Schiffer nennen den Erdäquator ſchlechthin die Linie, un[d] es iſt leicht zu begreifen, was die Redensart ſagen woll[e,] ein Ort auf der Erde liege unter der Linie.

Alle Oerter auf der Erde, durch welche dieſer Aequato[r] gehet, haben den Aequator des Himmels im Zenith, und ſ[ie] haben folglich die Sonne im Mittage jährlich zwey Mal über ihrem Scheitel. Auch iſt bey ihnen das ganze Jah[r] hindurch Tag und Nacht gleich, und eben daher hat dieſe[r] Kreis den Nahmen erhalten.

Dieſer Kreis dienet vorzüglich dazu, um die Lage d[er] Oerter auf der Erdfläche zu beſtimmen, und er wird zu di[e]ſer Abſicht, wie alle übrige Kreiſe, in 360 Grade getheile[t]. Wenn durch irgend einen Ort der Meridian geleget wird, [ſo] wird alsdann der Bogen dieſes Meridians von dem Orte bi[s] zum Aequator die **geographiſche Breite** genennet (Breite, **geographiſche**). Um alsdann die Lage dieſe[s] Ortes zu beſtimmen, kommt es auf den Anfangspunkt de[s] Aequators an, von welchem die Grade deſſelben fortgezähl[t] werden. Dieſer Punkt iſt nun an und für ſich willkürlic[h,] und es haben ihn auch verſchiedene Geographen verſchieden[t-]

li[ch]

lich angenommen; ſo bald er aber ein Mahl geſetzet iſt, ſo nennt man alsdann den Mittagskreis, welcher durch ſelbigen gehet den **erſten Mittagskreis**, und es werden von dieſem Punkte an die Grade des Aequators von Abend gegen Morgen fortgezählet. Wenn nun ein Mittagskreis irgend eines Ortes den Aequator trifft, ſo heißt alsdenn der Bogen des Aequators von dem erſten Meridiane angerechnet bis zu dem Durchſchnittspunkte des Meridianes mit dem Aequator die **geographiſche Länge** (ſ. **Länge, geographiſche**). Iſt die geographiſche Länge und die geographiſche Breite eines Ortes bekannt, ſo iſt auch die Lage des Ortes auf der Erdfläche beſtimmt; nur iſt noch zu bemerken, daß die Breite nördlich und ſüdlich ſeyn kann, nachdem der Ort auf der nördlichen oder auf der ſüdlichen Halbkugel lieget.

Aequatorhöhe (eleuatio aequatoris, hauteur meridienne de l'équateur) iſt der Bogen des Mittagskreiſes zwiſchen dem Aequator und dem Horizonte. Wenn (fig. 1) a o b der Aequator, i o k der Horizont und p i q k für irgend einen Ort der Mittagskreis iſt, ſo iſt die Aequatorhöhe dieſes Ortes der Bogen a i = k b. Dieſer Bogen iſt zugleich das Maß des Winkels, unter welchem ſich die Ebenen des Aequators und des Horizontes ſchneiden. Da nun der Horizont den Mittagskreis in zwey Halbkreiſe theilet, ſo hat man

$$kp + pa + ai = 180^\circ \text{ aber}$$
$$pa = 90^\circ \text{ mithin}$$
$$kp + ai = 90^\circ \text{ d. h.,}$$

die Polhöhe pk und die Aequatorhöhe betragen zuſammen 90 Grade. Wäre alſo die Polhöhe irgend eines Ortes gegeben, (ſ. **Polhöhe**), ſo würde man die Aequatorhöhe finden, wenn man die Polhöhe von 90 Graden ſubtrahirte. Z. E.

	90° = 89° 60′
Polhöhe für Jena	= 51° 2′
Aequatorhöhe für Jena	= 38° 58′

Aequi-

Aequinoctialkreis ſ. Aequator.

Aequinoctiallinie ſ. Aequator der Erde.

Aequinoctialpunkte, **Nachgleichungspunkte** (puncta aequinoctiorum, points équinoxiaux) heißen die beyden Durchſchnittspunkte der Ecliptik mit dem Aequator. Weil nähmlich die Sonne eine eigene Bahn im Jahre hindurch zu durchlaufen ſcheinet, deren Ebene mit der Ebene des Aequators nicht zuſammenfällt, ſondern ſelbige unter einem Winkel ſchneidet, ſo kann auch nur die Sonne jährlich zwey Mahl in den Aequator kommen; das eine Mahl um den 21. März und das andere Mahl um den 23. September. Gerade zu dieſer Zeit iſt an allen Orten der Erde Tag und Nacht gleich, und eben daher haben auch dieſe Punkte ihren Nahmen erhalten. Den erſtern Punkt nennt man **Frühlingspunkt**, **Widderpunkt**, **erſten Punkt des Widders** (punctum aequinoctii verni, punctum primum arietis, équinoxe du printems, premier point du Bélier), den andern aber **Herbſtpunkt**, **erſten Punkt der Wage** (punctum aequinoctii autumnale, équinoxe d'automne). Der Frühlingspunkt wird gemeiniglich mit 0° ♈, und der Herbſtpunkt mit 0° ♎ bezeichnet, weil dazumahl, da die Sterne im Thierkreiſe (ſ. **Thierkreis**) ihre Nahmen erhalten hatten, die Sonne beym erſten Frühlingstage in den Widder, und beym erſten Herbſttage in die Wage trat. Von dem Frühlingspunkte an ſteigt nun die Sonne in die nördliche Halbkugel hinauf, und von eben dem Punkte werden die Grade und Theile davon ſo wohl des Aequators als auch der Ecliptik zu zählen angefangen, und gegen Morgen zu fortgezählet. Dieſer Punkt hat jetzt ſeine Stelle nicht mehr bey dem Geſtirn des Widders, ſondern er iſt nach Abend zu fortgerückt und ſteht jetzt bey dem Geſtirn der Fiſche (m. ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen**). Was den Herbſtpunkt betrifft, ſo iſt dieſer von dem Frühlingspunkte gerade um 180 Grade entfernet, und liegt folglich mit dieſem in einer geraden Linie, nähmlich in der Durchſchnittslinie der Ebene der Ecliptik und der Ebene

des Aequators. Natürlich kann er auch ſeine Stelle nicht mehr wie vormahls bey der Wage haben, ſondern er iſt um eben ſo viel weiter gegen Abend fortgerückt, als der Frühlingspunkt; er ſteht daher bey dem Geſtirn der Jungfrau. Wenn durch die beyden Aequinoctialpunkte und durch die beyden Weltpole eine Ebene geleget wird, ſo erhält man einen größten Kreis, welcher der **Colur der Nachtgleichen** genennet wird (ſ. **Coluren**).

Aequinoctium ſ. **Nachtgleiche.**

Aerometrie (aërometria, aerometrie) iſt eine Wiſſenſchaft von den Geſetzen der Kräfte elaſtiſcher flüſſiger Maſſen. Ob nun gleich alle Materie urſprünglich elaſtiſch iſt, ſo werden doch hier vorzüglich diejenigen Maſſen verſtanden, welche in einem hohen Grade, wie die Luft und Luftarten, Elaſticität beſitzen, die Elaſticität mag entweder urſprüngliche oder abgeleitete ſeyn. Sie läßt ſich bequem in zwey Haupttheile abtheilen, nähmlich in die **Aeroſtatik** oder die Wiſſenſchaft von den Geſetzen des Gleichgewichts elaſtiſcher flüſſiger Maſſen, und **Pnevmatik** oder **Aeromechanik** oder die Wiſſenſchaft von den Geſetzen der Bewegung elaſtiſcher flüſſiger Maſſen.

Der Herr von **Wolf** war der erſte, welcher der Aerometrie die Form einer Wiſſenſchaft gab, und ſie im Jahre 1709 zu Leipzig unter dem Titel: elementa aërometriae herausgab. Seine Unterſuchungen betreffen aber mehrentheils bloß das Gleichgewicht der Kräfte, die auf die Luft wirken. Nachher aber, als man die Aerometrie als einen beſondern Theil der Mathematik behandelte, und mehrere elaſtiſche flüſſige Materien außer der gemeinen oder atmosphäriſchen Luft kennen lernte, welche alle in Anſehung ihrer Elaſticität einerley Geſetzen unterworfen ſind, ſo hat man auch dieſe Wiſſenſchaft ungemein erweitert. So große und wichtige Zuſätze indeſſen die Aerometrie nach und nach erhalten hat, ſo muß man doch offenherzig geſtehen, daß allgemeine Unterſuchungen über die Geſetze elaſtiſcher flüſſiger Maſſen mit ſehr vielen Schwierigkeiten verbunden ſind, indem man viele

viele Vorausſetzungen wegen Mangel der Erfahrungen annehmen muß, welche nicht alle Mahl in der Natur völlig Statt haben. So weiß man z. B. noch kein allgemeines Geſetz über die Größe der Ausdehnung der Luft für beſtimmte Wärmegrade anzugeben, und ſo iſt überhaupt die Elaſticität der Luft ſo vielen Veränderungen unterworfen, daß man bey jeder geringen Abweichung, die wir nicht alle Mahl zu beſtimmen im Stande ſind, neue Unterſuchungen anſtellen müßte. M. ſ. hiervon mit mehreren den Artikel **Luft**, und die Artikel **Luftpumpe, Barometer, Hygrometer** u. d. gl.

M. ſ. Lehrbegriff der geſammten Mathematik von **W. J. G. Karſten**, Thl. III. Greifswald 1769. 8. Die Aeroſtatik, S. 289. Thl. VI. Die Pnevmatik, S. 289 u. f. Deſſelben Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. B. II. Greifswald 1780. Die Aeroſtatik S. 218 u. f. Maſchinenlehre VII. Abſchnitt. §. 103 u. f. Geſchichte der Aeroſtatik, hiſtoriſch, phyſiſch und mathematiſch ausgeführt, von **Dr. Kramp**. Straßburg 1784. 8. 2 Theile; deſſelben Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik. Straßb. 1786. 8.

Aeroſtat, Montgolfiere, äroſtatiſche Maſchine, Luftball (machina aëroſtatica, Aëroſtat, Montgolfière, Machine ou Ballon aëroſtatique). Hierunter verſteht man eine Maſchine, welche in der atmosphäriſchen Luft aufſteigen und beträchtliche Laſten mit ſich nehmen kann. Ob es gleich gewiß iſt, daß die ſo genannte Luftſchifffarth noch nicht entdecket worden, ſo iſt doch nicht abzuläugnen, daß die Erfindung der Luftbälle eine ſehr merkwürdige Anwendung der äroſtatiſchen Geſetze gewähret. Dieſerwegen muß es auch dem Phyſiker wichtig ſeyn, weitere Unterſuchungen zur genaueren Entdeckung der Eigenſchaften der Luft und der Luftarten anzuſtellen. Nach hydroſtatiſchen Geſetzen verliert ein Körper in der Luft von ſeinem Gewichte ſo viel, als das Gewicht der Luft beträgt, welche der Körper verdrängt. Geſetzt alſo, es ſey der körperliche Raum, welchen der Körper in der Luft einnimmt, in Cubikfüßen = c, und das Gewicht

eines Cubikfußes Luft $= p$, ſo verlieret der Körper in der Luft das Gewicht $= pc$. Man ſetze ferner das Gewicht eines Cubikfußes von derjenigen Materie, womit der Körper angefüllet worden, $= a$, mithin das ganze Gewicht dieſer Materie $= ac$; endlich ſetze man noch das Gewicht des Körpers ſelbſt mit der daran gehängten Laſt $= q$; ſo wird nun das geſammte Gewichte des Körpers mit der darin enthaltenen Materie $= q + ac$ ſeyn. Hieraus erhellet nun, daß der Körper in der Luft in die Höhe ſteigen müſſe, wenn pc größer als $q + ac$ iſt; denn alsdnan wird er mit einer Kraft $= pc - (q + ac) = pc - q - ac = (p - a)\,c - q$ aufſteigen. Sollte die Luftmaſchine nicht aufſteigen, ſondern nur ſchweben, ſo muß offenbar $o = (p - a)\,c - q$, folglich $q = (p - a)\,c$ ſeyn. Hieraus findet man alſo $c = \frac{q}{p - a}$.

Nun nehme man die ganze Oberfläche der Hülle der Luftmaſchine in Quadratfüßen ausgedruckt $= m$, und das Gewicht eines Quadratfußes von dieſer Hülle $= n$, mithin das ganze Gewicht der Hülle $= mn$, ſo wird nun die ganze Laſt q, wenn die ſchwebende Maſchine weiter keine Laſt tragen ſoll, $= mn$ ſeyn, und es ergibt ſich $c = \frac{mn}{p - a}$. Hätte die Luftmaſchine die Geſtalt einer Kugel, deren Durchmeſſer $=$ d wäre, ſo würde $m = \pi d^2$ und $mn = \pi d^2 n$, und $c = \frac{1}{6}\pi d^3$ ſeyn, wenn das Verhältniß des Durchmeſſers zur Peripherie $= 1 : \pi$ geſetzet wird; demnach wird

$$\tfrac{1}{6}\pi d^3 = \frac{\pi d^2 n}{p - a} \text{ oder}$$

$$\tfrac{1}{6} d = \frac{n}{p - a} \text{ und } d = \frac{6n}{p - a} \text{ gefunden.}$$

Wenn alſo eine Luftmaſchine in Geſtalt einer Kugelhülle mit brennbarem Gas angefüllt in der Luft ſchweben ſoll, ſo wird ihr Durchmeſſer gefunden, wenn man das Gewicht des Quadratfußes der Hülle mit 6 multipliciret, und dieſes Produkt durch die Differenz von dem Gewichte eines Cubikfußes atmosphä-

atmoſphäriſcher Luft und von dem Gewichte eines Cubikfußes brennbarer oder erhitzter Luft dividiret. Nähme man den auf dieſe Weiſe berechneten Durchmeſſer nur etwas größer an, ſo würde der ſchwebende Luftball ſteigen müſſen. Denn ohne Zweifel muß der Luftball ſteigen, wenn das Gewicht der Kugelhülle und der darin befindlichen erhitzten Luft kleiner als das Gewicht der verdrängten Luft, oder

$$\tfrac{1}{6}\pi d^3 p > \tfrac{1}{6}\pi d^3 a + \pi d^2 n$$ iſt; folglich

$$\tfrac{1}{6}\pi d^3 (p - a) > \pi d^2 n$$ oder

$$\tfrac{1}{6} d (p - a) > n$$ oder

$$d > \frac{6n}{p - a}.$$

Sollte der Luftball bloß durch Erwärmung der in ſelbigem befindlichen atmoſphäriſchen Luft ſchwebend erhalten werden, ſo ſetze man, es würde die innere Luft durch die Erwärmung etwa um $\tfrac{1}{3}$ leichter, als die äußere atmoſphäriſche Luft; alsdann würde der Durchmeſſer des Luftballes gefunden

$$d = \frac{6n}{p - \tfrac{2}{3}p} = \frac{18n}{p}.$$

Setzt man hingegen die brennbare Luft, womit der Ball angefüllet würde, ungefähr 6 Mahl leichter als die atmoſphäriſche, ſo iſt der Durchmeſſer der ſchwebenden Kugel

$$d = \frac{6n}{p - \tfrac{1}{6}p} = \frac{(7\tfrac{1}{5})\,n}{p};$$

nach dieſer Vorausſetzung würde alſo bey einerley Zeug die mit erwärmter atmoſphäriſcher Luft angefüllte Kugel einen $\frac{18}{7\frac{1}{5}} = 2\tfrac{1}{2}$ Mahl größern Durchmeſſer, mithin auch $6\tfrac{1}{4}$ Mahl mehr Zeug zur Hülle haben müſſen, als die mit brennbarer Luft angefüllte.

Es wiege z. E. ein jeder Quadratfuß der Hülle $1\tfrac{1}{2}$ Loth, jeder Cubikfuß atmoſphäriſcher Luft = 2 Loth, und ein Cubikfuß brennbare Luft = $\tfrac{1}{3}$ Loth, ſo wird der Durchmeſſer der ſchwebenden Kugel

d =

$$d = \frac{6 . 1\frac{1}{2}}{2 - \frac{1}{3}} = \frac{9}{1\frac{2}{3}} = \frac{27}{5} = 5\frac{2}{5} \text{ Fuß.}$$

daher müßte der Durchmeſſer für erwärmte Luft $5\frac{2}{5} . 2\frac{1}{2} = 13\frac{1}{2}$ Fuß, und wenn die Kugel ſteigen ſollte, 14 bis 15 Fuß groß ſeyn.

Wenn der Luftball noch eine beträchtliche Laſt, als Menſchen und andere Sachen tragen ſollte, ſo erhellet, daß er alsdann in der Luft ſchwebend erhalten werden müſſe, wenn das Gewicht des Balles, der darin enthaltenen verdünnten Luft und der angehängten Laſt zuſammen eben ſo groß iſt, als das Gewicht der verdrängten Luft. Setzt man nun die am Luftball angehängte Laſt = b, ſo wird im Falle des Gleichgewichtes ſeyn müſſen

$$\tfrac{1}{6}\pi d^3 p = \tfrac{1}{6}\pi d^3 a + \pi d^2 n + b$$

dieß wäre alſo eine kubiſche Gleichung, wenn der Werth von d als unbekannt angenommen wird. Sie läßt ſich in dieſer Rückſicht auf folgende Form bringen:

$$\tfrac{1}{6}\pi d^3 (p - a) - \pi n d^2 = b \text{ und}$$

$$d^3 - \frac{6n}{p-a} . d^2 = \frac{6b}{(p-a)\pi}.$$

Aus dieſer Gleichung würde ſich nun der Werth von d in jedem beſondern Falle finden laſſen.

Es ſey z. E. wie vorhin p = 2 Loth, n = $1\frac{1}{2}$ Loth = $\frac{3}{2}$ Loth, a = $\frac{1}{3}$ Loth und b = 200 Pfund = 6400 Loth, ſo findet man

$$6b = 6{,}6400 = 38400 \text{ Loth}$$

$$(p - a)\pi = \tfrac{5}{3} . 3{,}1416 = 5{,}236, \text{ folglich}$$

$$\frac{6b}{(p-a)\pi} = \frac{38500}{15{,}236} = 7353$$

$$6n = \tfrac{3}{2} . 6 = 9 \text{ und}$$

$$\frac{6n}{p - a} = 9 : \tfrac{5}{3} = \tfrac{27}{5} = 5\tfrac{2}{5}$$

mithin iſt ungefähr die Gleichung

$$d^3 - (5\tfrac{2}{5})\, d^2 = 7353.$$

Setzt man nun für d nach und nach immer andere und andere beſtimmte Werthe, und vergleichet alles gehörig mit einander, ſo wird man dadurch d ziemlich genau finden können. Nähme man hier d = 20 Fuß, ſo findet man

$$d^3 - (5\tfrac{2}{5})\, d^2 = 5840$$

mithin noch nicht wie verlangt wird 7353. Nähme man ferner $d = 21$ Fuß, ſo ergäbe ſich

$$d^3 - (5\tfrac{2}{5})\, d^2 = 6980$$

alſo ebenfalls noch nicht 7353. Setzte man noch weiter $d = 22$ Fuß, ſo würde

$$d^3 - (5\tfrac{2}{5})\, d^2 = 8034.$$

Hieraus kann man nun mit Sicherheit ſchließen, daß der wahre Werth von d zwiſchen 21 und 22 Fuß fallen müſſe; demnach könnte man hier ohne merklichen Irrthum $d = 22'$ ſetzen.

Was die Materie betrifft, woraus die Kugelhülle des Luftballes zu verfertigen iſt, ſo iſt es natürlich der Abſicht gemäß, ſie von ſolchem leichten Gewichte als möglich zu wählen; jedoch muß ſie auch die in ſelbiger eingeſchloſſene verdünnte oder brennbare Luft nicht ſo leicht fahren laſſen. Zu kleinen Bällen, an welche weiter keine Laſt angehängt werden ſoll, und welche mit brennbarer Luft zu füllen ſind, wird ohne Zweifel die ſogenannte Goldſchlägerhaut die bequemſte Materie ſeyn. Sie iſt eigentlich das vom Fett gereinigte und von den Ochſendärmen abgezogene innere Häutchen, welches auf einen Rahmen geſpannt, getrocknet, und mit Bimſtein abgerieben, und zum beſondern Gebrauch der Goldſchläger noch mit einem Firniſſe überzogen worden. Bey ſolchen Luftbällen hingegen, welche mit erhitzter Luft angefüllet werden ſollen, und deren Durchmeſſer nach dem obigen auf $2\tfrac{1}{2}$ Mahl größer ſeyn müßten, würde dergleichen Materie nicht mehr angewendet werden können. Zu kleinen Luftbällen hat man das Papier zur Verfertigung der Hüllen am beſten gefunden. Bey großen Luftmaſchinen endlich, welche gemeiniglich beträchtliche Laſten mit in die Höhe nehmen ſollen, würde das Papier allein untauglich ſeyn. Man wählet daher beſonders bey denjenigen Luftbällen, welche mit verdünnter Luft angefüllet werden, linnenes oder baumwollenes Zeug, welches die Luft nicht leicht durchläßt, und welches oftmahls doppelt genommen oder auch noch mit Papier ausgefüttert wird. Das Gewicht eines Quadratfußes von ſolchem Zeuge kann

kann man ungefähr 2 Unzen rechnen. Diejenigen Luftbälle, welche durch brennbare Luft gefüllt werden ſollen, verfertiget man mehrentheils aus Taffet, weil ſie um ein beträchtliches kleiner, als die mit erhitzter Luft ſeyn können. Man kann den Quadratfuß Taffet ungefähr $\frac{3}{4}$ Unzen ſchwer annehmen. Uebrigens werden mehrentheils die linnenen oder baumwollenen Hüllen, um ſie vor der Gluth des Feuers und vor dem Regen zu ſchützen, von innen etwa mit einer Erdfarbe, und von außen mit einer leicht trocknenden Oelfarbe, die taffeten Hüllen hingegen, welche die brennbare Luft ſehr leicht durchlaſſen würden, von innen und außen mit Firniß überſtrichen. Folgenden Firniß hat man am beſten befunden: man kocht Vogelleim mit Leinöhl ab, und vermiſcht alsdann dieſe Maſſe mit Terpentingeiſte.

Nimmt man nun in der für Kugelhüllen angegebenen Formel bey leinenem Zeuge $n = 2$ Unzen $= 4$ Loth, bey Taffet aber $n = \frac{3}{4}$ Unzen $= 1\frac{1}{2}$ Loth, und ſetzt das Gewicht eines Cubikfußes Luft $= p = 2\frac{2}{5}$ Loth, das Gewicht eines Cubikfußes erhitzter Luft $= a = \frac{2}{3}\,p = 1\frac{3}{5}$ Loth, das Gewicht eines Cubikfußes brennbarer Luft $= \frac{1}{6}\,p = \frac{2}{5}$ Loth; ſo wird man alle Halbmeſſer der Kugelhüllen für andere und andere Werthe von b finden können, wenn die Bälle ſchwebend erhalten werden ſollen. Folgende kleine Tabelle zeigt einige Reſultate an:

Werthe von b in Pfunden.	Werthe von d für Taffet mit brennbarer Luft.	Oberfläche der Kugel in Quadr. Füßen.	Inhalt körperl. in Cubikfüßen.	Werthe von d für linnenes Zeug mit erhitzter Luft.	Oberfläche der Kugel in Quadr. Füßen.	Inhalt körperl. in Cubikfüßen.
1	5,5 Fuß.	95	87	30,1 Fuß.	2846	14277
50	12,8 —	515	1099	33,5 —	3525	20092
100	16,2 —	824	2224	35,9 —	4049	23890
200	19,9 —	1244	4115	40 —	5036	32906
500	26,4 —	2196	9662	47,2 —	6998	54584
1000	33 —	3320	18260	55,2 —	9572	88062

Die Kugelgeſtalt der aeroſtatiſchen Maſchinen hat vor andern Formen einen Vorzug, weil ſie unter allen Körpern, welche mit der Kugel einen gleichen körperlichen Raum einnehmen, die kleinſte Oberfläche hat; ſie erfordert daher die

geringſte Menge von Zeug zur Verfertigung der Hülle, um eine gewiſſe Quantität atmoſphäriſcher Luft aus der Stelle zu treiben. Es iſt zwar nicht zu läugnen, daß die zugeſpitzten Luftmaſchinen alsdann die beſten ſeyn würden, wenn man ſie willkürlich nach einer jeden Gegend hinlenken könnte. Da aber dieß bis jetzt noch nicht in unſerer Gewalt ſtehet, und dieſerwegen dem Luftſtrom eine ſehr große Fläche ausgeſetzet würde, wenn nicht mehr die Spitze, ſondern die Seitenfläche gegen denſelben gerichtet wäre; ſo bleibt immer noch die Kugelgeſtalt die vorzüglichſte. Um nun dergleichen kugelförmige Luftmaſchinen zu verfertigen, muß man die Hülle aus verſchiedenen Streifen von dem gewählten Zeuge zuſammenleimen oder zuſammennähen, und alsdann die Nähte beſonders noch mit einem Firniß überſtreichen, damit alles ſo viel als möglich luftdicht werde. Wie nun ſolche Kugelſtreifen zu machen ſind, läßt ſich aus folgendem beurtheilen: wenn die Anzahl der Streifen, woraus die Kugelhülle zuſammengeſetzet werden ſoll, nebſt dem Durchmeſſer oder dem Halbmeſſer gegeben werden, ſo läßt ſich hieraus nach geometriſchen Gründen die Peripherie des größten Kreiſes einer Kugel berechnen, und dieſe in eben ſo viele gleiche Theile theilen, als die Kugelhülle Streifen haben ſoll. Ueberhaupt hat man nur nöthig, den Halbmeſſer = 1 zu ſetzen, indem man für einen jeden andern Halbmeſſer die gleichen Theile der Peripherie findet, wenn man die gleichen Theile der Peripherie für den Halbmeſſer = 1 mit dem andern Halbmeſſer multipliciret. Zu dem Ende ſey (fig. 14) ac = cd = 1 = dem Halbmeſſer einer Kugel, der Bogen df ſo wie bf ein Quadrant eines größern Kreiſes der Kugel, und die ganze Fläche dfb der vierte Theil der Halbkugelfläche oder der achte Theil der ganzen Kugelfläche. Geſetzt es wäre nun der Bogen fe einer von den gleichen Theilen der Peripherie und der Bogen de ein Quadrant, ſo wird der Streifen dfe ein eben ſo vielter Theil von dem vierten Theile der Halbkugelfläche ſeyn, als der Bogen fe vom Quadranten fb iſt. Den Bogen fe halbire man in a, und gedenke ſich den Quadranten

ad,

ad, welcher auch den Streiſen fcde halbiren wird. Dieſer Quadrante ad ſey in gleiche Theile etwa von 10 zu 10, oder 5 zu 5, oder 3 zu 3 Grade u. ſ. eingetheilet, und durch alle dieſe Theilungspunkte Bogen auf der Oberfläche der Kugel mit fe parallel gezogen, ſo gehören zu dieſen Bogen die gegen den Pol d zu immer kleiner werdenden Halbmeſſer $g\alpha$, $\varkappa\beta$, $o\gamma$ u. ſ. Nun kommt hier alles darauf an, die Bogen gi, km, op u. ſ. zu finden. Nach Lehren der Trigonometrie iſt klar, daß $g\alpha = \cos. ga$; $\varkappa\beta = \cos. \varkappa a$ u. ſ. und da nun $ac : g\alpha = af : gi$ oder $1 : \cos. ga = af : gi$ und $ac = \varkappa\beta = af : km$ oder $1 : \cos. ka = af : km$ u. ſ. ſich verhält, ſo hat man $gi = af \times \cos. ga$; $km = af \times \cos. ka$ u. ſ. Hieraus iſt es nun leicht zu begreifen, wie auf einer Ebene ein Streiſen (fig. 15) dfe verzeichnet werden könne, welcher den Kugelſtreiſen (fig. 15) dfe gleich iſt. Man ziehe nähmlich die gerade Linie fe (fig. 15), und mache nach einem verjüngten Maßſtabe den Theil af = ae = (fig. 14.) dem Bogen af = ae, ſetze die Linie (fig. 16) ad auf fe ſenkrecht auf, und nehme ſie nach dem Maßſtabe dem Quadranten (fig. 15) ad gleich. Wenn nun die gleichen Theile ag, gk, ko, oq u. ſ. des Quadranten gehörig berechnet ſind, ſo trage man dieſe (fig. 15) von a nach d, ziehe durch alle Theilungspunkte g, k, o, q u. ſ. Linien mit fe parallel, und mache gi, km, op, qſ u. ſ. ſo wie auch die Theile auf der andern Seite, der geraden Linie ſo groß als die Bogen (fig. 14) gi, km, op u. ſ. gefunden ſind. Durch die Punkte (fig. 15) f, i, m, p. u. ſ. ziehe man aus freyer Hand die krumme Linie df, und eben ſo die Linie de, ſo wird dieſer ebene Streiſen fde dem Streiſen (fig. 14) fde auf der Kugelfläche gleich ſeyn. Auf die nähmliche Art wird ſich auch unter (fig. 15) fe der Streiſen $f\alpha e$ = fed zeichnen laſſen, und es wird $df\alpha e$ ein ganzer Streiſen auf der Oberfläche der ganzen Kugel ſeyn. Hat man nun nach dieſer Vorſchrift ein Modell verzeichnet, ſo kann man hiernach Streiſen von dem Zeuge, wovon der Ball verfertiget werden ſoll, abſchneiden; der Naht wegen wird jedoch auf bey-

den Seiten eines jeden Streifens etwas zugegeben. Wenn z. B. für den Halbmeſſer der Kugel = 1 die gleichen Bogen des Quadranten (fig. 14) a d 10 Grade faſſen, folglich der ganze Quadrant in gleiche Theile getheilet worden, ſo findet man den Quadranten = 1,570796, und die gleichen Bogen ag = gk = ko u. ſ. = 0,174533. Nimmt man nun an, daß die Kugelhülle aus 28 Streifen, folglich der vierte Theil derſelben aus 7 Theilen beſtehen ſoll, ſo wird fa der 58 Theil von der Peripherie ſeyn, und 6° 25′ 42″ 51‴ faſſen. In Theilen des Halbmeſſers findet man:

$$6^\circ = 0{,}104719$$
$$25' = 0{,}007272$$
$$42'' = 0{,}000203$$
$$51''' = 0{,}000003$$

und fa = 0,112198.

Ferner hat man coſ. 10° = 0,984807, mithin ig = 0,984897 × 0,112198 = 0,110493; coſ. 20° = 0,939692, und km = 0,939692 × 0,112198 = 0,105431 u. ſ.

Für einen jeden andern Halbmeſſer der Kugel darf man nur die Zahl, welche die Größe deſſelben angibt mit einer jeden von den vorigen gefundenen Zahlen multipliciren, um die Linien (fig. 15) af, gi, km, u. ſ. zu finden.

Wenn auf dieſe Weiſe die Kugelhülle verfertiget iſt, ſo wird beſonders bey denjenigen Luftbällen, welche mit erhitzter Luft gefüllet werden ſollen, unten am Boden eine Oeffnung im Durchmeſſer etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Durchmeſſers der Kugelhülle gemacht, und an ſelbiger ein cylindriſcher Hals von etwa 6 Fuß Länge von Leinwand daran genehet, um die Maſchinen vermittelſt eines unter ſelbigem angemachten hellen Feuers mit erhitzter Luft füllen zu können.

Was das Steigen eines Luftballes betrifft, ſo kann dieß nur bis zu dieſer Höhe ſtatt finden, wo die ſpecifiſche Schwere der Luft mit der ſpecifiſchen Schwere des Luftballes einerley iſt, in dieſem Zuſtande wird er nun von der Luft nur ſchwebend erhalten werden. Könnte man alsdann annehmen, daß

die

die ſpecifiſchen Elaſticitäten der atmoſphäriſchen und der in der Kugelhülle eingeſchloſſenen Luft gleich blieben, wenn ſich auch die abſoluten Elaſticitäten änderten, ſo müßte doch das Gewicht p -- a im gleichen Verhältniſſe in p abnehmen. Dieſer Vorausſetzung gemäß ließe ſich das Gewicht eines Cubikfußes der in einer von der Erdfläche bekannten Höhe befindlichen Luft, auf welche der Luftball bis zum Schweben geſtiegen iſt, mithin auch das Verhältniß der Dichtigkeit der untern und der obern Luft in beſtimmter Höhe finden. Wäre aber umgekehrt das Verhältniß der Dichtigkeiten der untern und der über der Erdfläche erhabenen Luftſchichten bekannt, ſo könnte man daraus auch finden, wie hoch der Luftball ſteigen müſſe. Erhebt ſich der Luftball ohne angehängte Laſt, ſo war

$$d = \frac{6n}{p - a}; \text{ folglich}$$

$$p - a = \frac{6n}{d} \text{ und } p = \frac{6n}{d} + a;$$

da nun d, n und a als bekannt angenommen werden, ſo findet man das Gewicht p eines Cubikfußes Luft in der Höhe über der Erdoberfläche, in welcher der Luftball ſchwebend erhalten wird. Trägt aber der Luftball noch die Laſt b, ſo hatte man

$$\tfrac{1}{6}\pi d^3 p = \tfrac{1}{6}\pi d^3 a + \pi d^2 n + b,$$

und hieraus erhält man

$$p = a + \frac{6n}{d} + \frac{6b}{d^3\pi}$$

woraus ſich wiederum p als das Gewicht eines Cubikfußes Luft in der beſtimmten Höhe über der Erdfläche finden ließe.

Es würde ganz wider meine Abſicht ſeyn, mich noch länger mit Beſchreibung alles deſſen aufzuhalten, was erfordert wird, um die Luftbälle mit erhitzter oder brennbarer Luft zu füllen, da dieß ohnehin ſchon jedermann bekannt iſt, und es überdem noch gar nicht in unſerer Gewalt ſtehet, von den Luftbällen einen für das Wohl der Menſchheit beſtimmten Ge-

 brauch

brauch zu machen. Dieſerwegen iſt es auch von Erfindung dieſer Luftbälle an ein bloß kühnes Unternehmen derjenigen geweſen, welche ſich in die obere Luft gewaget haben. Selbſt in dem letztern franzöſiſchen verderblichen Kriege, in welchem von den Luftbällen ein ernſtlicher Gebrauch von einer Nation gemacht wurde, welche Erfinder derſelben war, und welche ſo zu ſagen in einem Moment von dem Polſter der Weichlichkeit bis zur höchſten Stufe der Kühnheit gebracht werden kann, wurden mit einer kaltblütigen Verachtung des Lebens Luftfahrten unternommen.

Schon in den ältern Zeiten iſt man auf den Gedanken gekommen, ſich in die Luft zu erheben; gemeiniglich geſchahe aber dieſes mit künſtlichen Flügeln, und es war größtentheils das Schickſal derer, welche dieſes wagten, traurig, indem ſie entweder ihr Leben dabey verloren, oder einen ſiechen Körper davon trugen. Erſt im vorigen Jahrhunderte hatte der Jeſuit **Franz Lana** oder **de Lanis** [a]) den Einfall, daß vier große kupferne Kugeln von dünnem Kupferbleche, welche luftleer gemacht, und woran ein Schiffchen gehängt würde, wegen der großen luftleeren Räume weniger wiegen müßten, als die von ſelbigen verdrängte Luft, und es werden daher ſelbige in die Luft aufſteigen. Allein ſo wenig er angeben konnte, dergleichen Kugeln luftleer zu machen, eben ſo wenig iſt ein ſolcher Verſuch zu Stande gebracht worden. Im Jahre 1755. ſchlug ein Dominikaner Mönch in Frankreich, Nahmens **Galien** [b]) vor, einen ſehr großen Kaſten in den obern Luftregionen, wo der Schnee entſtehet, zu bauen, deſſen Gerippe von Holz, und das übrige von Leinwand mit Wachs und Theer wohl beſtrichen wäre. Dieſer Kaſten wäre alsdann mit Luft erfüllt, welche halb ſo dünne als die untere atmoſphäriſche Luft; brächte man daher dieſen Kaſten herunter, ſo würde er endlich, wenn er nur groß genug wäre, in eine Gegend kommen, wo er von der Luft ſchwebend erhalten werden müſſe. Obgleich dieſer Vorſchlag eben ſo wenig wie

a) Prodromo dell' arte maeſtra. Breſcia 1670. fol.
b) L'art de naviger dans les airs. Avignon 1755. 12.

wie der erſtere ausgeführet werden konnte, ſo beweiſet er doch wie jener, daß man ſchon den Gedanken hatte, verdünnte Luft könne ein Mittel ſeyn, das damit angefüllte Gefäß in der Luft ſchwebend zu erhalten. Als nun um das Jahr 1766 **Cavendiſh** die große Leichtigkeit des brennbaren Gas erfunden hatte, gerieth einige Zeit darauf D. **Black** in Edinburgh auf den Gedanken, daß eine dünne Blaſe mit dieſer Luft gefüllt aufſteigen würde, ohne jedoch einen Verſuch anzuſtellen. **Cavallo** *) hingegen machte im Jahre 1781. mit brennbarer Luft Verſuche, und füllte zuerſt hiermit Seifenblaſen, welche nach Wunſche gut in die Höhe ſtiegen. Allein mit Papier und Blaſen von Thieren gelangen ihm dergleichen Verſuche nicht. Endlich hatte er noch den Gedanken, daß die ſogenannte Goldſchlägerhaut wegen der geringern Schwere hierzu geſchickter als die Blaſen von Thieren wären. Die eigentlichen Erfinder der Aeroſtaten waren die Gebrüder **Stephan** und **Joſeph Montgolfier** im Jahre 1782. Der ältere Montgolfier verfertige ein Parallelepipedum von Taffet von 40 Cubikfuß Inhalt, welches, nachdem es inwendig mit brennendem Papier erhitzt ward, in freyer Luft eine Höhe von ungefähr 70 Fuß erreichte. Dadurch wurden ſie veranlaßt unter andern Verſuchen einen Luftball den 5ten Jun. 1783. zu Annonay in Vivarais in die Höhe ſteigen zu laſſen. Dieſer Ball war von Leinwand gemacht, die man an Netze von Bindfaden geheftet hatte; beſonders aber noch mit Papier gefüttert. Der Umfang derſelben betrug ungefähr 100 Pariſer Fuß. Unten am Boden hatten ſie eine Oeffnung gelaſſen, durch welche die zuſammengefaltete Hülle vermittelſt eines darunter gemachten Strohfeuers entfaltet wurde. Dadurch ſchwoll die Hülle auf, und ſtieg zu einer Höhe von ungefähr 1000 Toiſen, blieb 10 Minuten in der Luft und fiel ganz ſanft 7200 Fuß vom Orte des Aufſteigens zuſammengefaltet nieder. Der körperliche Inhalt der Kugel war ungefähr

*) The hiſtory and practice of aëroſtation by *Tiber. Cavallo.* Lond. 1785. gr. 8. p. 34. Geſchichte und Praxis der Aeroſtatik von Tiber. Cavallo. Leipz. 1786. 8. S. 24 u. f.

fähr 22000 Cubikfuß. Rechnet man die Luft etwa 800 Mahl leichter als das Waſſer, ſo verdrängte die Kugel 1560 Pfund atmoſphäriſche Luft. Die innere erhitzte Luft rechneten ſie halb ſo ſchwer als die äußere, alſo 780 Pfund, und die ganze Maſchine wog 500 Pfund; folglich wog alles zuſammen 1280. Weil nun der Trieb in die Höhe zu ſteigen 1560 Pfund betrug, ſo war dieſer doch noch um 280 Pfund größer als die Schwere der ganzen Maſſe; mithin mußte die Maſchine mit einer großen Geſchwindigkeit in die Höhe gehen. Als die Pariſer Gelehrten von dieſem Montgolfieriſchen Verſuche Erfahrung eingezogen hatten, ſo entſchloſſen ſie ſich, ihn ebenfalls nachzuahmen; da ſie aber nicht wußten, welches Mittels ſich die Gebrüder Montgolfier zur Füllung des Luftballes bedienet hatten, ſo wählten ſie hierzu brennbare Luft. Herr **Charles**, Profeſſor der Phyſik, und die beyden Mechaniker **Robert** führten dieſen Verſuch am 27. Auguſt 1783 aus. Der Luftball war von Taffet und mit Firniß von elaſtiſchem Harze überzogen. Der Durchmeſſer dieſes Balles hatte 12 Fuß und 2 Zoll und der kubiſche Inhalt etwa 943 Fuß. Er wog ohne Luft 25 Pfund, und ſtieg nach der Füllung mit brennbarer Luft auf 488 Toiſen. Erſt nach ¾ Stunden fiel er 5 Stunden weit von Paris ſanft nieder. Die Füllung des Luftballes geſchahe mittelſt eines aufrecht ſtehenden Faſſes, in deſſen obern Boden zwey Löcher befindlich waren. Durch das eine Loch wurde das mit Waſſer verdünnte Vitriolöhl auf die im Faſſe befindlichen Eiſenfeile gegoſſen, und nach dieſem ſorgfältig verſchloſſen; in das andere Loch aber gieng eine Röhre, welche im Luftball unten befeſtiget war, und mit einem Hahn verſchloſſen werden konnte; durch dieſe Röhre gieng der elaſtiſche Dampf in die Kugelhülle über, wurde dadurch aufgeſchwellt, und alsdann der Luft überlaſſen. Es theilten ſich alſo gleich bey Erfindung der Aeroſtaten dieſelben in zwey Claſſen, nähmlich in diejenigen, welche mit erhitzter Luft, und in diejenigen, welche mit brennbarer Luft gefüllt wurden.

Der jüngere Montgolfier, welcher nach Paris gereiſet war, machte im September 1783 zwey verſchiedene Verſuche im Großen, den einen für die Akademie der Wiſſenſchaften, und den andern für den König und die königliche Familie. Der am 19. Septemb. zu Verſailles für den König angeſtellte Verſuch war vorzüglich merkwürdig: der Luftball hatte die Geſtalt eines Sphäroids, war von Leinwand verfertiget, 57 Fuß hoch, 41 Fuß breit, und wurde mittelſt der Verbrennung von 80 Pfund Stroh auf 240 Toiſen hoch in die Luft geführet. Mit dieſem Balle wurden beſonders in einem Käfige ein Hammel, eine Ente und ein Hahn mit in die Höhe genommen. Er blieb 8 Minuten lang in der Luft, und fiel ganz ſanft ohne irgend eine Beſchädigung dieſer Thiere 1700 Toiſen weit von dem Orte des Aufſteigens nieder. Im October dieſes Jahres verfertigte abermahls dieſer Montgolfier einen Luftball, 70 Fuß hoch und 46 Fuß breit. An dieſem wurde unten am Boden eine Gallerie von leichtem Holze an Stricken hängend mit dem Luftball verbunden, in welcher man hin und her gehen konnte. Unter der am Boden des Luftballes befindlichen Oeffnung von 15 Fuß im Durchmeſſer ward eine Gluthpfanne von ſtarkem eiſernen Draht angebracht, um auf ſelbiger von der Gallerie aus das Strohfeuer beſtändig unterhalten zu können. Dieſer Luftball erhob ſich mit dem **Pilatre de Rozier** zugleich, der ſich auf die Gallerie geſtellet hatte. Dieſer Pilatre de Rozier war alſo der erſte, welcher die Kühnheit hatte, ſich in die Luft zu erheben. Der Ball ſelbſt ſtieg auf 80 Fuß in die Höhe, indem man ihn mit Stricken zurückhielt. Einige Tage darauf ſtieg de Rozier wiederum auf, indem der Ball immer durch Stricke gehalten wurde, und machte von der Gallerie aus auf der Gluthpfanne bald ſtärkeres bald ſchwächeres Feuer an, um theils höher theils niedriger zu fahren. Nachher begleitete de Rozier der Herr **Giroud de Vilette** auf ſeiner Reiſe, und beyde ſtiegen zu einer Höhe von 324 Fuß. Nun wagte es auch der **Marquis d'Arlandes** mit **Rozier** eine Luftreiſe aus dem Schloſſe la Muette vorzunehmen, indem die

Luft-

Luftmaſchine nicht mehr mit dem Seile zurückgehalten wurde. Sie wurden von dem Winde in der Luft über einen Theil der Stadt und über die Seine geführet, und kamen nach 25 Minuten auf 5000 Toiſen weit von dem Schloſſe la Muette unbeſchädiget wieder zur Erde. Im December 1783 unternahmen die Herrn Charles und Robert aus Paris eine Luftreiſe. Statt der Gallerie hatten ſie unter dem Luftballe ein Schiffchen angehängt, und den Luftball beſonders mit einem Ventil verſehen, um nöthigen Falls brennbare Luft herauszulaſſen, wenn ſie ſich niederlaſſen wollten, den größten Verſuch dieſer Art machte der ältere Montgolfier im Januar 1784. Er und Pilatre de Rozier nebſt noch andern 5 Perſonen beſtiegen die Gallerie eines Balles, welcher 126 Fuß hoch und 104 Fuß breit, und mit verdünnter Luft gefüllt war. Dieſe Luftreiſe dauerte aber nur 12 Minuten, weil der Luftball einen Riß bekam, und ſchnell auf die Erde herabſank. Nach dieſer Zeit ſind größtentheils wegen Feuersgefahr die Luftbälle nicht mit erhitzter, ſondern mehr nach Charles Methode mit brennbarer Luft gefüllet worden. Nun hatte Pilatre de Rozier den Einfall, eine Luftreiſe über die Meerenge zu machen, welche Frankreich von England trennt; allein Herr **Blanchard** kam ihm hierin zuvor, und endigte ſeine Reiſe glücklich. Pilatre de Rozier blieb jedoch ebenfalls auf dieſem Gedanken, und ſtieg mit ſeinem Freunde **Romain** mit einem doppelten Luftball, wovon der untere nach Montgolfier, und der obere nach Charles Art gemacht war, in die Luft. Unglücklicher Weiſe gerieth die ganze Maſchine in Brand, und beyde ſtürzten von einer anſehnlichen Höhe todt herab. Dieſer unglückliche Fall ward jedoch nicht abſchreckend. **Blanchard** gieng vielmehr nach England und wagte es nach verſchiedenen vorhergegangenen Verſuchen, mit dem D. **Jefferies** aus Amerika, eine Luftreiſe über den Canal zu machen, welches auch am 7. Jan. 1785 binnen 2 Stunden 32 Minuten glücklich ausgeführet wurde. Nachher begab ſich Blanchard nach Deutſchland, und hat an verſchiedenen Orten dergleichen Luftreiſen angeſtellet. Blanchard erfand vorzüglich den

den ſogenannten **Fallſchirm**, welcher faſt wie ein Regen- oder Sonnenſchirm gebildet iſt. Er dienet im Nothfalle dazu, um ſich mittelſt deſſelben ohne große Gefahr auf die Erde von einer Höhe herabzulaſſen.

So muthvoll auch die vielfältigen Verſuche, auf Aeroſtaten in die Luft zu ſteigen, gleich nach der Erfindung derſelben angeſtellt wurden, ſo ſank doch endlich dieſes Unternehmen ſo tief herab, daß es zuletzt im gleichen Range mit Gaukelſpielen war, bis in den neuern Zeiten die franzöſiſche Nation einen ſchon oben angeführten ernſthafteren Gebrauch von den Aeroſtaten gemacht hat.

M. ſ. Geſchichte der Aeroſtatik, hiſtoriſch, phyſiſch und mathematiſch ausgeführet von Hr. D. **Kramp** Straßburg 1784. 8. Th. I. 1785. 8. Th. II. Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik von D. **Kramp** Straßburg 1786. 8. Beſchreibung der Verſuche mit den aeroſtatiſchen Maſchinen von **Faujas de St. Fond** a. d. Franz. Leipz. 1784. 8. Fortgeſetzte Beſchreibung der Verſuche mit den aeroſtatiſchen Maſchinen, aus d. Franz. mit Zuſätzen des Ueberſetzers. Leipzig 1785. 8. **von Murr** Auszug aus Faujas de St. Fond Beſchreibung der aeroſtat. Verſ. Nürnberg 1784. 8. Montgolfieriſche Luftkörper oder aeroſtatiſche Maſchinen, eine Abhandl. von **F. L. Ehrmann**. Straßburg 1784. 8. Verſuch über die neu erfundene Luftmaſchine des Herrn v. Montgolfier, von **J. C. G. Hayne**. Berlin u. Stett. 1784. 8. Kurze Nachricht von aeroſtatiſchen Maſchinen. Straßburg 1784. 8. Kurze Nachricht von aeroſtatiſchen Maſchinen und ihrem Bau. Straßburg 1784. 8. Decouverte d'un point d'appui dans l'air à l'uſage des machines aëroſtat. pour naviger contre le vent, adreſſé p. M. D. à M. Montgolfier. en France 1784. 8.

Aeroſtatik ſ. Aerometrie.

Aeroſtatiſche Maſchine ſ. Aeroſtat.

Aether (Aether, Naphtha, ſpiritus aethereus, Ether) iſt in der Chemie eine eigene Flüſſigkeit, von Farbe meiſtentheils weiß und durchſichtig, ſehr leicht, flüchtig, entzündbar,

bar, von Geruch angenehm aber durchbringend, und im Weingeiſte leicht, im Waſſer hingegen ſchwer auflösbar, welche aus dem Alkohol mittelſt der Säuren erzeuget wird. Beynahe aus allen Säuren läßt ſich Naphtha machen, wenn ſie mit dem Alkohol einer Deſtillation unterworfen werden, und von den angewandten Säuren erhält ſie den Nahmen **Schwefelſaure-Naphtha, Salpeterſaure-Naphtha** u. ſ. f. Die gewöhnlichſte iſt die Schwefelſaure-Naphtha. Die Naphtha verdunſtet ſehr leicht und ſehr ſchnell, und erzeuget dabey eine ſehr anſehnliche Kälte, ſo daß man hiermit ſelbſt im Sommer Waſſer zum Gefrieren bringen kann. Nach dem neuern Syſtem iſt die Naphtha eine Verbindung des Alkohols mit dem Sauerſtoffe der angewandten Säuren, indem man durch wiederhohlte Deſtillation des Alkohols über rothe Queckſilberhalbſäure eine Naphtha bereiten kann. Bey der Deſtillation des Alkohols mit angewandten Säuren muß ſich alſo der Sauerſtoff mit dem Waſſerſtoffe und mit dem Kohlenſtoffe des Alkohols verbinden, und hieraus muß entſtehen 1) ein ſehr flüchtiges Oehl, oder die Naphtha 2) ein riechendes Oehl und 3) ein Harz. Die Naphthen ſind ein vorzüglich kräftiges Auflöſungsmittel ſehr vieler Körper, als der Harze, des Goldes, Silbers u. dergl. Nach der atomiſtiſchen Lehre würden bey der Entſtehung der Naphthen durch die Einwirkung der Wärme die verſchiedenen Beſtandtheile des Alkohols und der angewandten Säuren ein ganz anderes Verhältniß der Anziehung der Theile erhalten müſſen, ohne daß man weiter einen Grund von der Anziehung angeben kann: nach der dynamiſchen Lehre hingegen werden durch die Wärme die Grundkräfte der Beſtandtheile abgeändert, und liefern dadurch in ihrer innigſten Verbindung neue Produkte; ob aber allein zurückſtoßende oder anziehende Kräfte, oder beyde zugleich wirkſam ſind, ſoll unter dem Artikel **Auflöſung** weiter ausgeführet werden.

M. ſ. Per. **Joſ. Maquer** chymiſches Wörterbuch, aus d. Franz. von **Joh. Gottf. Leonhardi**. Leipzig 1788 — 1791. Th. I–VII. 8. Artikel **Aether**. **Girtanner** Anfangs-

fangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 344.

Aether, feine Himmelsluft, feine Materie im Weltraume (aether, materia ſubtilis, elementum primum Carteſii, ether, matière ſubtile). Hierunter verſtehen die Phyſiker eine ganz feine flüſſige höchſt elaſtiſche Materie, welche im ganzen Weltraume verbreitet iſt, und alle nur mögliche Körper durchdringt. Das Daſeyn dieſer feinen Materie hat man aus der Erfahrung keinesweges erwieſen, mithin auch die Natur derſelben nicht entdecken können; vielmehr iſt ſie ein zur Beſtimmung der Geſetze verſchiedener Phänomene hypothetiſch angenommene elaſtiſche flüſſige Materie. **Euler** wuſte durch ſeine ſcharfſinnige Berechnungen dem Aether unter den Phyſikern vorzüglichen Eingang zu verſchaffen, obgleich ſchon lange vor ihm eine ſolche feine im ganzen Weltraume verbreitete elaſtiſche flüſſige Materie angenommen wurde.

Carteſius [a]) hielt dafür, daß alle Materie, woraus die ganze ſichtbare Welt entſtanden ſey, von dem Schöpfer anfänglich in ziemlich gleiche mittelmäßig große Theile getheilet worden, welche ſich um ihre eigenen Mittelpunkte gleichſam in einem Wirbel gleichförmig herumbeweget, und durch das Reiben an einander drey verſchiedene Elemente gebildet hätten; das **erſte Element** wären die feinſten abgeriebenen Stäubchen, das **zweyte Element** die kugelförmigen Theilchen, und das **dritte Element** die gröbern unregelmäßig gebildeten Theilchen. Nach **Carteſius** Meinung fülle das dritte Element oder die feinſte Materie alle leere Stellen in der Welt aus, und durchdringe die Zwiſchenräume aller Körper; weil aber dieſe feine abgeriebene Materie in einer ſo großen Menge erzeuget würde, daß ein Theil ſich irgendwo anhäuffen, und um einen gewiſſen Mittelpunkt in einer kreisförmigen Bewegung herumgetrieben werden könne, ſo entſtehe auch aus dieſer feinen Materie eine Sonne; das zweyte Element hielt er für die Materie des Lichtes, und das dritte Element ſtellte

er

a) Principia philoſoph. parte III.

er ſich als den Grundſtoff der Erde und der Planeten vor. Aus dieſer Hypotheſe ſieht man, daß Carteſius ſich eine feine im ganzen Weltraume verbreitete Materie vorſtellte, welche alle nur mögliche leere Räume ausfülle, und die Zwiſchenräume der Körper durchdringe, und welche folglich eine völlige Aehnlichkeit mit derjenigen feinen flüſſigen Materie hat, die die nachherigen Naturforſcher mit dem Nahmen Aether belegten.

Jakob Bernoulli [α]), welcher ſich über den Zuſammenhang der Theile der Körper um eine Urſache bekümmerte, glaubte ſelbige zuerſt in dem Drucke der Luft aufgefunden zu haben; allein da er nach hinlänglicher Prüfung dieſe als unzureichend erkannte, ſo nahm er eine feine flüſſige Materie an, welche er Aether nennte, und welche durch den äußern Druck den Zuſammenhang der Theile der Körper bewirken ſollte.

Huygens [β]) ſuchte Carteſens Meinung von der feinen flüſſigen Materie dadurch zu verbeſſern, daß er ihr Elaſticität zuſchrieb, und ſie unter dem Nahmen Aether als eine zur Erzeugung des Lichtes nothwendige Materie vorſtellte. Es war alſo Huygens Aether gewiſſer Maßen von Carteſens feiner Materie verſchieden. Die Theile dieſes Aethers ſollten durch den Stoß die Empfindung des Lichtes verurſachen. Die Fortpflanzung des Lichtes erklärte er durch wellenförmige Bewegung, welche ein jedes von dem leuchtenden Körper bewegte Theilchen nach allen Seiten bewirke.

Newton [γ]), welcher alle nur mögliche Hypotheſen verabſcheuete, und die Geſetze, nach welchen die Phänomene der Körper erfolgten, mit ganzem Rechte aus den Erfahrungen herzuleiten ſuchte, beſtritt bloß den mit Materie völlig ausgefüllten Raum, wie Carteſius behauptete, und die wellenförmige Fortpflanzung des Lichtes vermöge der Schwingungen des Aethers, wie Huygens annahm; aber nie hat er das Nicht-

α) Diſſert. de grauitate aetheris. Amſtel. 1683. 8. u. in ſ. oper. T. I. p. 45.
β) Traité de la lumière. Leide 1690.
γ) Philoſoph. naturalis principia mathematica in verſchied. Stellen und in optice; latin. redd. *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4.

Nichtdaſeyn einer feinen flüſſigen elaſtiſchen Materie im Weltraume geläugnet, vielmehr war er mit Bernoulli geneigt zu glauben, daß eine ſolche ſubtile Materie nicht allein den Zuſammenhang der Theile eines Körpers durch einen Druck oder Stoß verurſache, ſondern daß ſie ſelbſt das Geſetz der Schwere bewirke. Er nahm gegen Huygens eine eigene Lichtmaterie an, welche von einem leuchtenden Gegenſtande nach allen Seiten hin ausflöſſe, und auf dieſe Weiſe das Auge rührte. Dieſe ſeine Lehre, nach welcher er die Erſcheinungen des Lichtes (ſ. **Licht**) glücklich zu beweiſen ſuchte, wurde nachher unter dem Nahmen Emanationsſyſtem allgemein angenommen, und hat auch bis jetzt noch nicht widerleget werden können.

Euler *), welcher dem Emanationsſyſtem verſchiedene wichtige Zweifel entgegenſtellte, und Newtons Theorie mit einer gewiſſen Heftigkeit beſtritt, verſchaffte durch ſeine ſcharfſinnige und fruchtbare Anwendung der huygenſchen Hypotheſe von Erzeugung und Fortpflanzung des Lichtes ein ſehr großes Anſehen. Er nimmt eine höchſt feine, im ganzen Weltraume ausgebreitete, flüſſige Materie an, welche er Aether nennt, und welche durch Druck oder Stoß die Schwere der Körper bewirke. Nach ſeiner ſcharfſinnigen Berechnung, welche hier nicht gezeiget werden kann, ſoll dieſer Aether 38736100 Mahl dünner als die Luft, und ſeine Elaſticität 1278 Mahl größer als die der Luft ſeyn.

Nach der atomiſtiſchen Lehre konnte Newton gegen Carteſens mit Materie völlig ausgefüllten Raum mit allem Rechte ſtreiten, weil ſonſt die Körper abſolut undurchdringlich ſeyn müßten; nach der dynamiſchen Lehre hingegen iſt die Folge gegründet, daß es gar keine leeren Räume geben könne, mithin alles mit Materie ausgefüllet ſey. Ob nun gleich

*) Noua theoria lucis et colorum in ſeinen opuſcul. varii argumenti und in ſeinen Briefen an eine deutſche Prinzeſſinn, aus dem Franz. mit Anmerk. und Zuſätzen und neuen Briefen vermehrt von Friedrich Kries. III. Bände, Leipz. 1792–1794. 8.

gleich aus der Erfahrung eine feine, flüſſige, elaſtiſche Materie welche allenthalben in dem ganzen Weltraume ausgebreitet iſt, nicht erkannt werden kann, ſo iſt es doch höchſt wahrſcheinlich, daß es eine ſolche gebe, und Herr **Kant** *) ſelbſt iſt nicht abgeneigt zu glauben, daß vielleicht die anziehende Kraft einer ſolchen feinen, flüſſigen Materie die Urſache des Zuſammenhanges der Theile der verſchiedenen Körper ſey. Es iſt allerdings erlaubt, dieſe Materie mit dem Nahmen **Aether** zu belegen.

Aetheriſche Oele ſ. **Oele, ätheriſche.**

Aetzbarkeit ſ. **Kauſticität.**

Affinität ſ. **Verwandſchaft.**

Aggregat (aggregatum, aggregation), **Zuſammenhäufung, Zuſammenfügung** iſt der Zuſtand eines Körpers, worin die Theile deſſelben ſo mit einander verbunden ſind, daß ſie als ein Zuſammenhängendes Ganze erſcheinen, ohne daß jedoch die Theile in ihren Eigenſchaften irgend eine Veränderung erleiden. So wird z. E. eine Menge Waſſers, Queckſilbers, Oels u. d. gl. als ein Aggregat zu benennen ſeyn, weil die Theile dieſer flüſſigen Körper ein zuſammenhängendes Ganze geben. Eben ſo kann auch ein mit Mörtel verbundenes Mauerwerk als ein Aggregat betrachtet werden. Wenn im Gegentheil Theile von ungleichartigen Maſſen ſich ſo mit einander verbinden, daß ſie in ihren Eigenſchaften wechſelſeitigen Antheil nehmen, und folglich einen ganz neuen Körper von einer ganz andern Natur, als die Theile für ſich haben, bilden, ſo heißt alsdann dieſer nicht mehr ein Aggregat, ſondern ein **Gemiſch** oder eine **Miſchung.** Da der Aggregatzuſtand eines Körpers nicht anders erfolgen kann, als wenn die Theile, welche zuſammen ein Ganzes bilden ſollen, in die Berührung kommen, ſo ſieht man, daß keine andere Kraft dabey wirkſam ſeyn könne, als die Cohäſionskraft, wovon man die Geſetze noch nicht hat entdecken können. M. ſ. jedoch den Artikel **Grundkräfte.**

Aiguillen ſ. **Berge.**

*) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. S. 156.

Akronyktiſch (acronychos, acronyctus, acronyche, acronyctique) oder **Auf- oder Untergang zu Anfange der Nacht** heißt, wenn ein Stern beym Sonnenuntergang auf- oder untergehet. Auf dieſe Bemerkungen iſt man durch die ſcheinbare jährliche eigene Bewegung der Sonne gekommen, und ſie dienten vorzüglich bey den Alten, ehe man noch die Kalender gehörig geordnet hatte, die Jahreszeiten zu unterſcheiden.

Akuſtik ſ. **Muſiklehre.**

Akuſtiſche Werkzeuge (inſtrumenta acuſtica, inſtrumens acouſtiques) ſind ſolche Werkzeuge, welche ſchwer hörende Perſonen zur Verſtärkung des Schalles oder Tones gebrauchen, wohin insbeſondere das **Höhrrohr** gehöret. ſ. Höhrrohr.

Alaun (alumen, ſulfate d'alumine) iſt ein Mittelſalz aus der Verbindung der Schwefelſäure und der Alaun- oder Thonerde. Man findet auch dieſes Salz in der Natur bey Vulkanen. Im kalten Waſſer löſet es ſich ſchwer, im warmen Waſſer aber leichter auf, und kryſtalliſiret. Die Kryſtallen ſind achtſeitig, von Geſchmack ſüßlich aber zuſammen ziehend. Sie enthalten viel Cryſtalliſationswaſſer, welches in einer etwas erhöheten Temperatur abdampft, das Salz hingegen ſich in eine lockere, weiße und ſchwammige Materie, den ſo genannten **gebrannten Alaun**, verwandelt. An der Luft zerfällt er ein wenig in weißes Pulver. Der römiſche Alaun wird meiſtentheils für den beſten gehalten.

M. ſ. Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie von F. A. C. **Gren** Th. I. §. 508 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. S. 373.

Alaunerde, Thonerde (argilla, terra argillacea, aluminis, aluminaris, alumine) iſt eine von den bis jetzt bekannten einfachen Erden, und auch ſelbſt die einzige, welche man in ganz reinem Zuſtande in der Natur gefunden hat. Außerdem macht ſie einen Beſtandtheil des Thones und der Thonarten aus, und iſt darin mit Kieſelerde verbunden. Man kann auch die Thonerde gewinnen aus dem Alaun,

wenn man nämlich den Alaun im Waſſer auflöſet, und dazu etwas von einer Auflöſung der Pottaſche im Waſſer träufelt. Die Schwefelſäure verbindet ſich alsdann mit der Pottaſche, und die Alaunerde fällt zu Boden, und eben daher hat ſie auch den Nahmen Alaunerde erhalten. Sie löſet ſich im Waſſer nicht auf, läßt ſich aber darin ſehr fein zertheilen, und damit zu einem milden, ſchlüpfrichen Teige kneten. Wird ſie noch feuchte ins Feuer gebracht, ſo bekommt ſie Riſſe und ſpringt wegen der ſchnellen Expanſion der Waſſertheile umher. Wird ſie hingegen erſt gelinde getrocknet, und nachher ins Feuer gebracht, ſo ſchwindet ſie außerordentlich zuſammen, und wird ſo hart, daß ſie mit dem Feuerſtahl Feuer gibt. Alsdann löſet ſie ſich aber im Waſſer nicht mehr auf; jedoch erhält ſie ihre Zähigkeit und Schlüpfrigkeit wieder, wenn ſie in Säuren aufgelöſet und durch Alkalien niedergeſchlagen worden iſt. Im gewöhnlichen Feuer ſchmilzt ſie nicht, nur in der größten Hitze vor dem Löthrohr mit Lebensluſt brachte ſie Herr **Ehrmann** zum Fluß. Wenn ſie aber mit vieler Kieſelerde verbunden wird, ſo ſchmelzt ſie durch Hülfe der Alkalien zugleich zu einem Glaſe. Auch dieß erfolget, wenn ſie mit Kalkerde verbunden wird.

M. ſ. **Gren** a. a. O. §. 373 u. f.

Alchymie (alchymia, alchymie.) Mit dieſem Nahmen bezeichneten die ſo genannten Adepten eine Wiſſenſchaft, nach welcher ſie ſich durch Kunſt alle Operationen, welche die Natur bewirket, vorzüglich aber die Veredlung der ſchlechteren Metalle nach zu machen fähig wären. Des Problems der Goldmacherey und überhaupt des Nahmens Alchymie findet man erſt nach dem vierten Jahrhunderte nach unſers Erlöſers Geburt erwähnet, und die unvernünftige Habſucht, große Reichthümer zu beſitzen, nahm bald allgemein zu, ſo daß man bloß darauf dachte, und alle Zeit damit verſchwendete, das Problem des Goldmachers zu löſen. Noch im 16ten Jahrhunderte wüthete dieſe Raſerey fort, indem die Alchymie an dem berüchtigten Alchymiſten, **Aureolus Philipp Paracelſus Theophraſt Bombaſt von Hohenheim,**

heim, einen Mann von übertriebener Einbildungskraft, einen überaus großen Vertheidiger und rasenden Liebhaber fand. Doch ſuchten auch zu dieſer Zeit andere verdiente Männer die Chemie auf nützlichere Geſchäffte, vorzüglich aber auf die Arzneykunde anzuwenden; und vorzüglich gewann die Chemie mehrere Verehrer durch die mehreren phyſikaliſchen Entdeckungen. Zu Ende des 17ten Jahrhunderts wurde endlich die Chemie als eine Wiſſenſchaft behandelt, und die Alchymie hatte nur noch wenige und von vernünftigen Männern bedauernswürdige Liebhaber. Nach dieſer Zeit wurde die Chemie immer mehr vervollkommnet, und die Thorheiten der Alchymie durch gründliche Chemiker aufgedeckt, ſo daß jetzt die ſo genannten Adepten nur noch hier und da im verborgenen Unwiſſende zu ihrem Schaden auf die Goldmacherey zu lenken ſuchen. Ein mehreres von der Alchymie, welches eigentlich nicht hierher gehöret, findet man in folgenden Schriften:

Herm. Conringii de hermetica Aegyptiorum vetere et Paracelſicorum noua medicina liber. Helmſt. 1648. 1669. 4. *Olai Borrichii*, Hermetis, Aegyptiorum et chemicorum ſapientia ab *Herm. Conringii* animaduerſionibus vindicata. Hafn. 1674. 4. Hiſtoire de la philoſophie hermetique, par Mr. l'Abbé *Lenglet du Freſnoy* à la Haye 742. To. I–III 8. *Torb. Bergmann* hiſtoriae chemiae medium ſ. obſcurum aeuum a medio ſeculo VII. ad medium ſeculi XVII. Upſal. 1787. 4. **Joh. Chriſt. Wiegleb** hiſtoriſch-kritiſche Unterſuchung der Alchymie, oder der eingebildeten Goldmacherkunſt. Weimar 1777. 8. 1793. 8. Ebendeſſ. Geſchichte des Wachsthumes und der Erfindungen der Chemie in der neuern Zeit. Berlin B. I. 1790. B. II. 1791. 8.

Alkalien ſ. **Laugenſalze**.

Alkohol (alcohol, alcool). Hierunter verſteht man den höchſt rektificirten Weingeiſt. Er iſt im reinſten Zuſtande völlig farbenlos, waſſerhell und klar, von Geſchmacke und Geruche ſtark und durchdringend, und brennt mit einer

 bläuli-

bläulichen Flamme ohne Rauch und Ruß ohne irgend einen Rückſtand zu hinterlaſſen. Er ſiedet bey einer ſehr geringen Hitze, verdunſtet leicht, und läßt ſich mit dem Waſſer in allen Verhältniſſen vermiſchen. M. ſ. den Artikel **Weingeiſt**. Nach dem neuern Syſtem beſteht der Alkohol aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und etwas Waſſer.

Almucantharatskreiſe, Höhenkreiſe heißen die kleinern Kreiſe der Himmelskugel, welche über einander mit dem Horizonte parallel gezogen werden, und folglich gegen den Scheitelpunkt immer kleiner werden. Wenn ein ſolcher Kreis durch einen Stern gehet, ſo ſchneidet er auf dem Scheitelkreiſe dieſes Sterns ſeine Höhe ab.

Amalgama (amalgama, amalgame). Das Queckſilber löſet die mehreſten Metalle auch ohne alle Beyhülfe des Feuers auf, und eben dieſe Vereinigung des Queckſilbers mit den Metallen nennt man in der Chemie das **Amalgama** oder auch einen **Quickbrey**, und die Operation ſelbſt das **Amalgamiren** oder **Verquicken**. In dem Hüttenweſen iſt eine von dem Herr **von Born** *) erfundene Amalgamationsmethode eingeführet worden, welche größere Vortheile verſchafft, als die vormals bekannte. Das Amalgamiren kann auf eine gedoppelte Art geſchehen: ein Mahl durch Reiben des Queckſilbers mit dem zerſtückten Metalle, und das andere Mahl durch Schmelzung der Metalle und Hinzumiſchen des Queckſilbers. Dieſe letzte Methode iſt jedoch alsdann nicht zu gebrauchen, wenn das Metall eine größere Hitze verlangt als die Siedhitze des Queckſilbers iſt, weil alsdann das Queckſilber in Dampfgeſtalt davon gehet. Wenn das Queckſilber mit den Metallen in einer geringen Menge vereiniget wird, ſo macht es nur ſelbige zerreiblich und vermindert ihre Zähigkeit; in gehöriger Menge aber zugeſetzet löſet es dieſe völlig auf. Iſt eine ſolche Auflöſung durch Wärme flüſſiger gemacht worden, ſo erfolgen nach Erkaltung, wie bey andern

*) Ueber das Anquicken der gold- und ſilberhaltigen Erze, Rohſteine, Schwarzkupfer und Hüttenſpeiſe von Ignaz Edlen von Born. Wien 1786. 4.

andern Auflöſungen, wirkliche Cryſtallen. Vorzüglich verbindet ſich das Gold und Silber am leichteſten mit dem Queckſilber, ſchwer mit dem Kupfer und Spießglaskönig, gar nicht mit Eiſen und Kobalt. Außer der Amalgamation im Hüttenweſen, um Gold und Silber aus Erzen zu ziehen, gebrauchet man auch das Amalgama zur Vergoldung und Verſilberung anderer Metalle.

M. ſ. **Grens** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. §. 2520 u. ſ. f.

Amalgama, elektriſches (amalgama electricum, amalgame électrique) iſt ein Amalgama, womit das Reibzeug einer Elektriſirmaſchine beſtrichen wird, um eine ſtärkere Elektricität hervorzubringen.

Man hat ſonſt verſchiedene elektriſche Amalgama gebrauchet, welche aber nach und nach, theils wegen der geringen Wirkung, theils wegen anderer dabey vorkommenden Unbequemlichkeiten, ganz außer Gebrauch gekommen ſind. Erſt in den neuern Zeiten hat man folgende beyde Arten von Amalgama, welche **Adams** *) angegeben hat, als vorzüglich wirkſam befunden: das eine wird aus 5 Theilen Queckſilber und 1 Theile Zink mit etwas wenigem gelben Wachſe zuſammengeſchmolzen; das andere iſt das ſo genannte **Muſivgold**. Dieſes Muſivgold erhält man aus 8 Theilen Zinn und 8 Theilen Queckſilber, und macht davon ein Amalgama; dieſes vermiſcht man nachher mit 4 Theilen kochſalzgeſäuerten Ammoniak und ſechs Theilen Schwefel, ſetzt dieſes Gemiſche dem Feuer aus, das ſich entzünden wird, und das Muſivgold zurückläßt. Man nimmt etwas von einem ſolchen Amalgama, trägt es auf ein mit etwas Schweinefett beſtrichenes Leder, und reibt hiermit das Glas der Elektriſirmaſchine recht durch, ohne etwas an die Küßen zu bringen. Noch gewöhnlicher iſt folgendes Amalgama: man ſchmelzt 5 Theile Queckſilber und 1 Theil Zink zuſammen, oder bringt es bloß durch Reiben zu einem Teig, hierzu ſetzt man etwas klar

 gerie-

*) Eſſay on electricity. Lond. 1784. 8. Verſuch über die Elektricität. Leipz. 1785. 8.

geriebene und wohl getrocknete Kreide hinzu, und verwandelt es auf dieſe Weiſe in ein Pulver. Dieſes Pulver wird ſodann auf die mit etwas Schweinefett beſtrichenen Küſſen aufgetragen. Für das allerbeſte Amalgama wird jetzt das **Kienmayerſche** gehalten. Der Mechanikus **Bienvenů** *) in Paris kündigte anfänglich dieſes Amalgama als ein ſchwarzes Pulver an, ohne anzugeben, woraus es zuſammengeſetzet ſey; der Herr von **Kienmayer** aber machte es hernach dem D. **Ingenhouß** durch einen Brief bekannt ⁂). Es beſtehet aus 2 Theilen Queckſilber, 1 Theile gereinigten Zink und 1 Theile Zinn; man ſchmelzt nämlich den Zink und das Zinn zuſammen, gießt hierüber, ehe es noch erkaltet iſt, das Queckſilber, und rührt alles mit einem eiſernen Spatel um. Sollte aber das Amalgama in einer ziemlichen Quantität gemacht werden, ſo iſt es wegen Verdunſtung des Queckſilbers und der daher entſtehenden Gefahr der Geſundheit allemahl ſicherer, den geſchmolzenen Zink mit dem Zinn in eine hölzerne, inwendig mit Kreide ausgeſtrichene, Büchſe, worin das Queckſilber ſich befindet, und welche mit einem Deckel verſchloſſen werden kann, zu gießen, und ſelbige verſchloſſen auf dem Boden hin und her zu rollen. Das daher entſtandene Amalgama wird nun, ehe es noch erkaltet iſt, auf eine marmorne Platte oder in ſteinerne oder gläſerne Mörſer gegoſſen, und ſo lange gerieben, bis es ganz fein iſt; anfänglich ſieht es weiß aus, wird aber nach und nach grau und zuletzt ganz ſchwarz. Wenn es alt wird, zerfällt es ganz in Staub. Dieſes elektriſche Amalgama trägt man auf die mit etwas Fett beſtrichenen Küſſen mittelſt eines Meſſers dünn auf, oder, welches noch beſſer iſt, man vermenget das Pulver ſelbſt mit etwas Fett zu einer Salbe, und beſtreicht hiermit die Küſſen ganz dünn.

M. ſ. über eine neue Bereitungsart des elektriſchen Amalgama, und die Wirkungen deſſelben von Hr. Bar. v. Kienmayer

*) Journal de Paris 1788. n. 230.

⁂) Journal de Phyſique Août. 1788.

mayer im Gothaiſch. Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. und Naturgeſch. B. VI. St. 3. S. 104 u. f.

Ameiſenſäure (acidum formicarum, acide des fourmis). Sie iſt eine eigene Säure, welche aus den Ameiſen geſchieden wird. Man erhält ſie, wenn man die reinlich geſammelten Ameiſen beym gelinden Feuer im Sandbade deſtilliret, oder auch, wenn man die friſchen Ameiſen mit kaltem Waſſer abwäſcht, ſelbige in ein linnenes Tuch thut, und heißes Waſſer darüber gießet, und ſie alsdann auspreßt; dieſes Flüſſige ſodann abdeſtilliret. Will man den Eſſig im concentrirten Zuſtande haben, ſo ſetzt man dieſe Flüſſigkeit dem Froſte aus. Dieſe Säure unterſcheidet ſich in Anſehung ihrer Natur von dem Eſſig faſt gar nicht, und beſtehet nach dem neuern Syſtem wie dieſer aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff.

M. ſ. *Io. Afzel Arvidſon* de acido formicarum. Upſal. 1777. 4. Einige Bemerkungen über die Bereitung der Ameiſenſäure von **Hermbſtädt**; in **Crells** chemiſchen Annalen J. 1784. B. II. S. 209 u. f. **Marggrafs** Obſervationes, von einem in den Ameiſen befindlichen ausgepreßten Oele; in ſein. chym. Schriften. B. I. S. 340.

Ammoniak ſ. **Laugenſalze.**

Anakamptik ſ. **Catoptrik.**

Anaklaſtik ſ. **Dioptrik.**

Anaklaſtiſche Linien (curuae anaclaſticae, courbes anaclaſtiques). Dieß ſind, nach dem Herrn von **Mairan** *), ſcheinbare krumme Linien oder auch krumme Flächen, welche gerade Linien oder ebene Flächen verurſachen, wenn ſie in einem Mittel, wo ſie gebrochen werden, betrachtet werden. So erſcheinet ein im Waſſer liegender gerader Stab, der Boden eines Gefäßes, in welchem Waſſer ſich befindet, u. ſ. f. krumm. Auf eben dieſe Weiſe erſcheinen oft Gegenſtände, die gerade Linien oder ebene Flächen begränzen, durch Glas betrachtet krumm u. ſ. w.

*) Sur les courbes anaclaſtiques, memoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. an. 1740.

Anaklaſtiſches Werkzeug ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen**.

Anamorphoſe (anamorphoſis, anamorphoſe). Hierunter verſteht man eine Zeichnung einer Figur, welche an einer beſtimmten Stelle betrachtet ein ganz anderes Bild darſtellet, als ſie dem bloßen Auge außer dieſer Stelle geſehen erſcheinet. Die Anamorphoſen laſſen ſich in optiſche, catoptriſche und dioptriſche eintheilen. Man ſieht leicht ein, daß es bey den optiſchen Anamorphoſen ganz darauf ankomme, daß die von der Zeichnung ausgehenden Geſichtslinien in das Auge an der angewieſenen Stelle, von welcher aus es die Zeichnung betrachtet, ſo kommen, daß ſie ein der Natur gemäßes proportionirliches Bild von der Zeichnung dem Auge ſo darſtellen, wie es die Zeichnung darſtellen ſoll. Um ſich hiervon einen Begriff zu machen, nehme man an, das Auge (fig. 16.) könnte in der Stelle o ſo getäuſchet werden, daß es die wahren Entfernungen der Punkte a, b, c, d, e nicht mehr erkennen könne, folglich demſelben die liegende Linie ae eben ſo erſcheine, als wenn ſie in der Entfernung ka vom Auge in der aufgerichteten Stellung ai ſich befände, ſo hat man nur nöthig, die Theile ih, hg, gf, fa einer der Natur gemäß gemahlten Zeichnung in die proportionirten Theile de, dc, cb, ba auszudehnen. Wird alsdann die daher entſtandene verzerrte Figur ae auf einen Tiſch oder auf ein Bret gelegt, worauf das Bret kl ſenkrecht ſteht, ſo wird das Auge in o dieſe für ſich betrachtete verzerrte Figur ganz regelmäßig als aufgerichtet in der Stellung ai ſehen. Hierher gehören auch noch die Bilder, welche in Streifen zerſchnitten ſind, und auf Seitenflächen dreyſeitiger Priſmen, welche neben einander ſich befinden, geklebet worden. Auf dieſen wird das Auge ein anderes Bild wahrnehmen, wenn es die Priſmen bald von der rechten bald von der linken Seite betrachtet. Von dieſen Bildern handeln **Wolf** [α]) und **Schwenter** [β]).

Was

[α]) Elementa matheſ. vniuerſ. To. III. Halae 1753. elem. optic. §. 312.
[β]) Mathematiſche Erquickſtunden, Nürnb. 1651. 4. Th. I. S. 271.

Was die katoptriſchen Anamorphoſen betrifft, ſo müſſen dieſe in cylindriſchen, koniſchen oder pyramidenförmigen Spiegeln betrachtet werden, wenn ſie das wahre Bild dem Auge darſtellen ſollen. Jakob Leupold α), hat ein eigenes Inſtrument erfunden, die katoptriſchen Anamorphoſen einer jeden gegebenen Zeichnung bloß mechaniſch zu entwerfen, ſo daß ſie durch einen koniſchen oder cylindriſchen Spiegel betrachtet dem Auge als wahre Bilder erſcheinen. Vorſchriften, die katoptriſchen Anamorphoſen zu zeichnen, findet man bey Wolf β) und auch ſchon bey Caſpar Schott γ). Um ſich hiervon eine Vorſtellung zu machen, nehme man an (fig. 17), es ſey abc ein koniſcher Spiegel, und aus dem Mittelpunkte der Grundfläche seyn concentriſche Kreiſe von einander gleich weit entfernet beſchrieben; befände ſich nun das Auge in der verlängerten Axe des Kegels in o, ſo werden die Geſichtslinien, welche nach den Punkten d, e u.ſ. der concentriſchen Kreiſe gehen, auf der koniſchen Spiegelfläche nach gh, fi und ferner reflectiret. Stellt man ſich alſo ein ordentliches Bild zwiſchen den concentriſchen Kreislinien der Grundfläche des koniſchen Spiegels gezeichnet vor, ſo müſſen alle die Geſichtsſtrahlen, welche in dem Ringe zwiſchen den concentriſchen Bogen d und e auf das gezeichnete Bild gezogen werden können, auf der koniſchen Spiegelfläche nach dem Ringe zwiſchen den concentriſchen Kreisbogen klm und ino reflektiret werden; mithin geben auch dieſe ein auf der Ebene verzerrtes Bild mit bloßen Augen betrachtet, welches aber aus der Stelle o auf der koniſchen Spiegelfläche geſehen als ein ordentliches Bild dem Auge darſtellen würde. Auf eben dieſe Weiſe ſtellen die cylindriſchen und pyramidaliſchen Spiegel verzerrte Bilder von ordentlichen Zeichnungen dar. Wären alſo dieſe verzerrten Bilder nach richtigen Regeln auf Ebenen verzeichnet worden, ſo müßten ſie auch umgekehrt durch

α) Anamorphoſis mechanica noua. Lipſ. 1714. 4.

β) Elementa matheſ. vniuerſ. Hal. 1753. 4. Tom. III. elem. catopt. §. 290 - 305.

γ) Magia vniuerſalis Herbipol. 1657. 4. P. I.

durch dergleichen Spiegel betrachtet dem Auge als ordentliche Bilder erſcheinen.

In Anſehung der dioptriſchen Anamorphoſen iſt zu bemerken, daß dieſe durch ein Polyeder oder durch ein vieleckig geſchliffenes Glas betrachtet werden müſſen. M. ſ. **Polyeder.** Vorſchriften, die dioptriſchen Anamorphoſen zu zeichnen, geben **Wolf** α) und **Leutmann** β). Wenn man nämlich durch das Polyeder eine ebene Fläche betrachtet, ſo ſieht man durch die Flächen dieſes Glaſes nicht die ganze ebene Fläche, ſondern nur Theile davon wie an einander liegen, ob ſie gleich auf derſelben weit von einander entfernet ſind und an verſchiedenen Orten liegen. Sucht man alſo an dieſe Stellen Theile von einer Zeichnung zu bringen, welche durch das Polyeder betrachtet zuſammenhängend erſcheinen, ſo wird man auf dieſe Weiſe auf der ebenen Fläche mit bloßen Augen gar keine ordentliche regelmäßige Zeichnung wahrnehmen, welche aber dem Auge durchs Polyeder betrachtet ein richtiges zuſammenhängendes Bild darſtellet.

Anamorphotiſche Maſchine (machina anamorphotica, machine anamorphotique) iſt das von Leupold erfundene Inſtrument, um die katoptriſchen Anamorphoſen mechaniſch zu zeichnen. M. ſ. **Anamorphoſe.**

Anatomiſcher Heber ſ. **Heber.**

Aneignung ſ. **Verwandtſchaft.**

Anelektriſche Körper ſ. **Leiter der Elektricität.**

Anemometer ſ. **Windmeſſer.**

Anemoſkop (Anemoſcopium, Anemoſcope) iſt ein Inſtrument, um die Richtung des Windes darnach zu erkennen. Das gewöhnlichſte und einfachſte Anemoſkop iſt die ſo genannte **Wetterfahne** auf den Dächern oder Thürmen. Wenn man aber die Richtung des Windes genauer als durch die gewöhnliche Einrichtung der Wetterfahne, und zwar mit Bequemlichkeit im Zimmer betrachten will, ſo kann man die

α) Elementa matheſ. vniuerſ. Hal. 1753. 4. Tom. III. elem. dioptr. §. 277.

β) Anmerk. vom Glasſchleifen. Wittenb. 1719. 8.

die Wetterfahne, welche ſonſt um die Axe beweglich iſt, an dieſer feſte machen, und mit der Axe zugleich umdrehen laſſen. Geht alsdann die Axe bis zu der Decke des Zimmers, worin man die Richtung des Windes beobachten will, ſo kann an dem Ende derſelben ein Weiſer angebracht werden, welcher über einer an der Decke gemahlten Windroſe beweglich iſt, und mit Umdrehung der Fahne jederzeit zeiget, nach welcher Gegend der Wind gerichtet iſt. Wollte man jedoch bequemer dieſe Beobachtungen an der vertikalen Wand des Zimmers wahrnehmen, ſo dürfte nur an der Axe der Fahne ein Getriebe angebracht ſeyn, welches in ein Kammrad, deſſen Axe horizontal liegt, eingriffe; befände ſich alsdann an der Axe des Kammrades wie vorhin ein Weiſer, ſo könnte dieſer nach gehöriger Stellung die Richtung des Windes über einer Windroſe zu jeder Zeit anzeigen. Dergleichen Windzeiger beſchreiben **Caſatus** α), **Ozanam** β), und **Leupold** γ), welcher letztere vorzüglich verſchiedene Abänderungen dieſes Werkzeuges unter dem Nahmen **Plagoſkope** angegeben hat.

Man hat auch andern Inſtrumenten aber uneigentlich den Nahmen Anemoſkop gegeben. So benennte man das ſonſt bekannte ſo genannte Wettermännchen des **Otto von Guerike** δ) Anemoſkop, welches eigentlich nur ein noch unvollkommenes Barometer war. Otto von Guerike beſchreibt dieß nämlich als eine gläſerne oben verſchloſſene Röhre, welche in einem Liquor eingetaucht iſt, und worin durch den Druck der äußern Luft der Liquor bald höher bald niedriger erhalten wird. Auf der Oberfläche dieſes Liquors ſchwimmt eine Figur, welche auf einer Skale Grade des Fallens und Steigens mit einem Finger anzeiget. Wer aber dieſem ſogenannten Wettermännchen den Nahmen Anemoſkop gegeben habe, iſt unbekannt. Noch andere verſtehen unter dem Nahmen Anemoſkop das Hygrometer.

Anhän-

α) In mechanica lib. 5. cap. 9. p. 568 u. f.
β) Recreations mathematiques. T. II.
γ) Theatrum aeroſtat. ſ. theat. ſtatic. vniuerſ. P. III. c. X.
δ) Experimenta noua de vacuo ſpatio L. III. c. 20.

Anhängen ſ. Adhäſion.

Anhöhen ſ. Berge.

Anker des Magnets ſ. Magnet.

Anomalia (anomalia, anomalie). Hierunter verſteht man in der Aſtronomie einen Winkel, welchen ein Planet bey ſeiner Bewegung um die Sonne von der Sonnenferne an gerechnet zurückgeleget hat, ſo wie er aus der Sonne beobachtet werden würde. Der würtenbergiſche Aſtronom, **Kepler** *), hat aus verſchiedenen Beobachtungen zuerſt gefunden, daß die Planetenbahnen Ellipſen ſind, in deren einem Brennpunkte die Sonne liegt. Hieraus leitete er vorzüglich folgendes Geſetz her: wenn (fig. 18) abcd die Planetenbahn vorſtellet, und die Sonne in f ihre Stelle hat, folglich fa die Sonnenferne und fc die Sonnennähe des Planeten iſt, ſo verhält ſich die Zeit, welche bey der Bewegung eines Planeten durch jeden elliptiſchen Bogen ab von der Sonnenferne angerechnet verfließt, zur ganzen Umlaufszeit, wie die Fläche des elliptiſchen Sektors bfa zwiſchen den beyden aus dem Mittelpunkte der Sonne nach den Endpunkten a und f des Bogens af laufenden Strahlen fa und fb zur ganzen Fläche der Ellipſe; oder welches einerley iſt, der Radiusvektor fb ſchneidet in gleichen Zeiten gleiche elliptiſche Sektoren von der Planetenbahn ab. Daraus iſt alſo zu begreifen, daß die Planeten in gleichen Zeiten nicht gleiche elliptiſche Bogen durchlaufen können, vielmehr werden ſie ſich bald geſchwinder bald langſamer bewegen müſſen. Um ſich aber die Berechnung über die Bewegungen der Planeten zu erleichtern, ſo unterſcheidet man die **wahre Bewegung** derſelben von der **mittleren**, indem man ſich vorſtellet, als wenn in gleichen Zeiten der Radiusvektor gleiche Winkel um die Sonne beſchriebe. Daher theilet man auch die Anomalie in **wahre** und **mittlere Anomalie** ein. Unter der mittleren verſteht man denjenigen Winkel an der Sonne, um welchen ein Planet in ſeiner Bahn von der Sonnenferne entfernt seyn würde, wenn er mit mittlerer Bewegung fortgienge; der Unterſchied zwiſchen

*) De motibus ſtellae martis 1609.

zwiſchen der wahren und mittleren Anomalie nennt man alsdann die **Gleichung des Mittelpunktes** (aequatio centri, proſtaphaereſis). Wäre nun das Verhältniß eines elliptiſchen Sektors zur ganzen Fläche der Ellipſe, folglich dadurch der Sektor ſelbſt gegeben, ſo kömmt es hierbey vorzüglich nur darauf an, daß man den Mittelpunkt zwiſchen ſeinen geradlinichten Schenkeln zu finden wiſſe, oder was für eine wahre Anomalie mit der mittleren für eine gegebene Zeit zuſammen gehöre. Hieraus läßt ſich alsdann für eine jede gegebene andere Zeit die mittlere Anomalie bloß durch die Regel Detri, und wenn die Gleichung der Zeit bekannt iſt, die wahre Anomalie finden. Die Aufgabe aus der mittleren Anomalie die wahre zu finden, heißt die **kepleriſche Aufgabe**, ſo wie die Aufgabe, aus der wahren Anomalie die mittlere zu finden, **die umgekehrte kepleriſche Aufgabe** genennet wird. Nach dem damahligen Zuſtande der Geometrie half ſich **Kepler**, welcher dieſe Aufgabe nicht methodiſch auflöſen konnte, durch Annahme einer dritten Anomalie, welche er die **eccentriſche** nennte. Beſchreibt man nämlich mit der Hälfte gc = ga der großen Axe der Ellipſe die halbe Peripherie cha, und zieht durch den Punkt b in der Planetenbahn die Linie hk ſenkrecht auf die große Axe der Ellipſe, welche die halbe Peripherie in dem Punkte h trifft, ſo nennt Kepler den Winkel hga in dem Mittelpunkte die **eccentriſche Anomalie** des Planeten. Aus den damahligen bekannten Ausmeſſungen der Planetenbahnen mit Hülfe der eccentriſchen Anomalie gelang es Keplern, Tafeln zu berechnen, worin für die bekannten mittleren Anomalien die dazu gehörigen wahren Anomalien ſehr leicht durch Nachſchlagen gefunden werden konnten *). Die nachherigen weitern Entdeckungen und Verbeſſerungen in der Aſtronomie haben es freylich nöthig gemacht, vollkommenere Tafeln zu berechnen; indeſſen haben ſich die kepleriſchen Tabellen in dem vorigen Jahrhunderte in ihrem Anſehen erhalten. Die methodiſche Auflöſung dieſer Aufgabe empfahl Kepler den

*) *Io. Kepleri* tabulae Rudolphinae. Ulm 1627. fol.

den Aſtronomen gar ſehr, und es konnte auch nicht fehlen, daß in der Folge der Zeit nach Keplern, nachdem die nöthigen Mittel zu dergleichen Berechnungen waren erfunden worden, verſchiedene mit Auflöſung dieſer wichtigen Aufgabe ſich beſchäfftigten. Jedoch ſind die Wege, welche die Differenzialrechnung zur Auflöſung dieſer Aufgabe zeiget, die einfachſten und leichteſten noch nicht. Die Bemühungen, welche dieſerwegen gemacht ſind, findet man beym **Gregory** [α]), **Keil** [β]), **Herrmann** [γ]), **Leonh. Euler** [δ]), und nach dieſem bey **Käſtner** [ε]).

Antarktiſcher Pol ſ. **Pole.**

Antimonium ſ. **Spießglas.**

Antiphlogiſtiſches Syſtem ſ. **Chemie.**

Antipoden ſ. **Gegenfüßler.**

Anziehen elektriſches ſ. **Elektricität.**

Anziehung ſ. **Attraktion.**

Anziehungskraft ſ. **Kraft anziehende.**

Aphelium ſ. **Sonnenferne.**

Apogäum ſ. **Erdferne.**

Apotheoſe ſ. **Beatification.**

Apparat, phyſikaliſcher ſ. **Verſuche.**

Apparat, pnevmatiſch-chemiſcher ſ. **Pnevmatiſch-chemiſcher Apparat.**

Appertur, Oeffnung (appertura, ouverture). Hierunter verſteht man eine kreisrunde Oeffnung, welche bey den Blendungen der Linſengläſer in den Fernröhren gelaſſen wird, damit die vom Objekt herkommenden und auf ſelbige auffallenden Lichtſtrahlen hindurch gehen können. Die Blendung der Linſengläſer in den Fernröhren hat man dieſerwegen für nöthig befunden, weil vermöge der Erfahrung diejenigen Lichtſtrahlen, welche nicht ganz nahe der Axe auf die Linſen fallen, in einem andern Punkte durch die Brechung wieder vereini-

α) Element. aſtronom. phyſic. et geometric. Oxon. 1702. fol. L. III.
β) Introductio ad veram aſtronomiam Lugd. Batav. 1725. 4. Lect. 23.
γ) De problemate Kepleriano, in commentat. Acad. Petropol. T. I.
δ) Theoria motuum planetarum et comet. Berol. 1744. 4.
ε) Anfangsgründe der Analyſis des Unendlichen; am Ende.

vereiniget werden, als diejenigen, welche nahe an der Axe auffallen. M. ſ. **Abweichung, dioptriſche.** Durch die Blendung werden nun die von der Axe der Gläſer entfernten Lichtſtrahlen aufgehalten, daß ſie nicht hindurchgehen, und dadurch kein undeutliches Bild des betrachteten Gegenſtandes zuwege bringen können. Es bleibt hier aber die Frage vorzüglich zu unterſuchen übrig, wie groß die Appertur ſeyn dürfe, wenn weder der Deutlichkeit noch der Helligkeit des zu betrachteten Gegenſtandes geſchadet werden ſoll? Aus dem Geſagten iſt es klar, daß das Bild deſto deutlicher auffallen müſſe, je kleiner die Appertur iſt; allein alsdann wird auch die Helligkeit gar ſehr leiden, und die Größe des Geſichtsfeldes ſehr eingeſchränkt ſeyn. Denn offenbar muß die Helligkeit eines Bildes deſto größer werden, je mehr Licht von einerley leuchtendem Punkte ins Auge kommt. Man muß alſo bey Anordnung eines Fernrohrs vorzüglich darauf Rückſicht nehmen, daß beydes Deutlichkeit und Helligkeit des Bildes am größten ausfalle. Soll die von der Farbenzerſtreuung herrührende Undeutlichkeit bey verſchiedenen Fernröhren einerley bleiben, ſo ſetze man für ein Fernrohr die Brennweite des Objektivs, die Brennweite des Okulars und die Vergrößerungszahl, p, q und m, und für ein anderes Fernrohr eben dieſe Ausdrücke, P, Q und M; alsdann erfordert die Theorie, daß ſich verhalte $p : P = m^2 : M^2$, und es iſt $q = \frac{p}{m}$ und $Q = \frac{P}{M}$, folglich $q : Q = \frac{p}{m} : \frac{P}{M} = m : M$ oder auch $q : Q = \sqrt{p} : \sqrt{P}$. Nimmt man nun den Halbmeſſer der Appertur des Objektives $= y$, und die der Appertur des Okulars x in dem erſten Fernrohre, und Y und X die nämlichen Ausdrücke in dem andern Fernrohre, ſo wird

$\frac{y}{x} = m$ und $\frac{Y}{X} = M$, folglich

$xm = y$ und $XM = Y$ und

$x = \frac{1}{m} y$; $X = \frac{1}{M} . Y$

Soll die Helligkeit in beyden Fernröhren bey einerley Augenöff-

genöffnung einerley ſeyn, ſo wird nothwendig erfordert, daß

$\frac{y}{m} = \frac{Y}{M}$ ſeyn müſſe, und daher

$y : Y = m : M = \sqrt{p} : \sqrt{P}$ ſich verhalte.

Wenn alſo die Anordnung irgend eines Fernrohrs bekannt iſt, welches die dadurch betrachteten Objekte hell und deutlich vorſtellet, als ſich bey gegebener Vergrößerungszahl thun läſſet, ſo kann man die Anordnung eines andern Fernrohres, welches bey einer andern Vergrößerungszahl eben ſo deutlich und hell die betrachteten Objekte darſtellet, durch folgende Regeln beſtimmen:

1. Bey einerley Deutlichkeit müſſen ſich die Brennweiten der Objektivgläſer verhalten wie die Quadrate der Vergrößerungsläſer, und die Brennweiten der Okulargläſer wie die Vergrößerungszahlen ſelbſt, oder wie die Quadratwurzeln der Brennweiten der Objektivgläſer.
2. Bey einerley Helligkeit müſſen ſich die Halbmeſſer der Appertur der Objektivgläſer wie die Vergrößerungszahlen, oder wie die Quadratwurzeln aus den Brennweiten der Objektivgläſer verhalten.

Huygens [α]), welcher ſchon dieſe Regeln in ſeiner Dioptrik vorgeſchrieben hat, fand, daß ein Sternrohr gute Dienſte leiſte, wenn die Brennweite des Objektivglaſes 30 Fuß, deſſen Durchmeſſer der Appertur = 3 Zoll, und die Brennweite des Okularglaſes = 3,3 Zoll Rheinländ. Maß hatte. Es bedeutet alſo hier p = 30 Fuß = 360 Zoll, q = 3,3 Zoll, und y = 1,5 Zoll, folglich $m = \frac{360}{3,3} = 109$, und $x = \frac{1}{109} \cdot 1,5 = \frac{1}{73}$ Zoll. **Klügel** [β]) führt an, daß der göttingiſche Aſtronom, **Tobias Mayer**, in einer handſchriftlichen Tafel einem Objektivglaſe von 30 Fuß Brennweite ein Okularglas von 5,77 Zoll, und dem Objektive einen Oeffnungsdurchmeſſer von 2,6 Zoll gibt; hiernach wären alſo $m = \frac{360}{5,77} = 62,4$, und $x = \frac{1}{62,4} \cdot 1,3 = \frac{1}{48}$ Zoll. Da ſich nun

α) In opuſculis poſthumis. Lugd. Batav. 1703. 4. diopt. prop. 56.
β) Analytiſche Dioptrik. 2. Theil. 5. Abſchn. §. 428. S. 178.

nun die Helligkeit wie x^2 verhält, ſo hat man das Verhältniß der Helligkeiten beym huygenſchen und mayerſchen Fernrohre wie $\frac{1}{73^2} : \frac{1}{48^2}$ beynahe $= 48^2 : 72^2 = 4 : 9$. Hieraus erhellet alſo, daß die mayerſche Anordnung wenigſtens in Anſehung der Helligkeit der huygenſchen vorzuziehen iſt, weil ſie bey jener mehr als noch ein Mahl ſo groß wie bey dieſer ausfällt. **Klügel** theilet aus dieſer mayerſchen handſchriftlichen Tabelle folgenden Auszug mit:

Brennweite d. Objektives in Füßen.	Brennweite d. Okulars in Zollen.	Vergrößerungszahl.	Oeffnungsdurchmeſſer des Objekt. in Zollen.
1	1,09	11,0	0,46
2	1,52	15,7	0,66
3	1,84	19,5	0,82
4	2,13	22,5	0,94
5	2,38	25,5	1,05
6	2,60	27,7	1,15
7	2,81	29,9	1,24
8	3,00	32,0	1,33
9	3,18	34,0	1,41
10	3,35	35,2	1,56
12	3,65	39,3	1,67
14	3,95	42,5	1,77
16	4,22	45,5	1,89
18	4,47	48,3	2,01
20	4,71	50,9	2,12
25	5,24	57,1	2,37
30	5,77	64,4	2,60
35	6,23	67,3	2,81
40	6,65	72,2	3,01
45	7.04	76,5	3,19
50	7,42	80,6	3,36
60	8,14	88,4	3,68
70	8,78	95,4	3,98
80	9,39	102,1	4,26
90	9,96	108,4	4,52
100	10,49	114,4	4,77
110	11,00	120,1	5,01
120	11,49	125,5	5,24
130	11,96	130,7	5,45
150	12,84	140,2	5,48

Auch Huygens hat nach ſeinen oben gegebenen Vorſchriften eine Tafel mitgetheilet, welche auch in dem ſmithſchen Lehrbegriffe der Optik, von Käſtner überſetzet, auf der 193 Seite befindlich iſt, und welche hier ebenfalls folgt:

Brennweite d. Objektivs in Füßen.	Oeffnungshalbmeſſer des Objektivs in Zollen.	Brennweite d. Okulars in Zollen.	Vergrößerungszahl.
1	0,55	0,61	20
2	0,77	0,85	28
3	0,95	1,05	34
4	1,09	1,20	40
5	1,23	1,35	44
6	1,34	1,47	49
7	1,45	1,60	53
8	1,55	1,71	56
9	1,64	1,80	60
10	1,73	1,90	63
13	1,97	2,17	72
15	2,12	2,32	77
20	2,45	2,70	89
25	2,74	3,01	100
30	3,00	3,30	109
35	3,24	3,56	118
40	3,46	3,81	126
45	3,67	4,04	133
50	3,87	4,26	141
55	4,06	4,47	148
60	4,24	4,66	154
70	4,58	5,04	166
80	4,90	5,39	178
90	5,20	5,72	189
100	5,48	6,03	199
120	6,00	6,60	218
140	6,48	7,13	235
160	6,93	7,62	252
180	7,35	8,09	267
200	7,75	8,53	281

Wenn der Halbmeſſer der Pupille im Auge entweder eben ſo groß oder auch noch etwas kleiner als der Oeffnungshalbmeſſer des Okulars iſt, ſo wird alsdann von dem durch die Gläſer

ſer betrachteten Gegenſtande eben ſo viel Licht ins Auge kommen, als es ſelbigen ohne Gläſer betrachtete (das wegen der unvollkommenen Durchſichtigkeit der Gläſer verlorene nicht gerechnet). Wäre aber der Halbmeſſer der Pupille größer als der Oeffnungshalbmeſſer des Okulars, ſo würde auch das Bild auf der Netzhaut von dem durch die Gläſer betrachteten Gegenſtande nicht ſo viel Licht erhalten, als ohne Gläſer. Man ſetze nun den Halbmeſſer der Pupille $= r$, den Oeffnungshalbmeſſer des Okulars $= x$, die Helligkeit des Bildes auf der Netzhaut durch die Gläſer $= e$, und die Helligkeit des Objekts ohne Gläſer $= E$, ſo ergibt ſich

$$r^2 : x^2 = E : e \text{, folglich } e = \frac{x^2}{r^2} \cdot E$$

Den Durchmeſſer $2r$ der Pupille kann man in mittlerer Größe etwa $\frac{1}{10}$ Zoll rechnen, und das gibt $r = \frac{1}{20}$ Zoll. Wird nun x ebenfalls in Zollen ausgedruckt, ſo erhält man

$$e = 400 . x^2 . E.$$

Nach Huygens war $x = \frac{1}{48}$ Zoll, folglich wäre die Helligkeit des huygenſchen Sternrohrs $= e = 0{,}0784\,E$, alſo überaus geringe. Huygens erinnert aber ausdrücklich, daß die Anordnung des Fernrohrs bloß zu aſtronomiſchen Beobachtungen eingerichtet wäre, und beym Gebrauch deſſelben am hellen Tage mehr Licht erfordere; daher brauchte er auch bey Tage andere Okulargläſer von doppelter Brennweite, wodurch er vier Mahl mehr Helligkeit erhielt. Deſſen ungeachtet betrug aber die Helligkeit doch noch nicht $\frac{1}{3}$ der Klarheit mit bloßem Auge.

Uebrigens muß man auch allerdings Rückſicht auf den ſtärkern und ſchwächern Glanz der zu betrachteten Gegenſtände ſehen, welche bey einerley Glasarten, wie D. Hook *α*) bemerket hat, verſchiedene Oeffnungen erfordern. Daher gibt ſelbſt Wolf *β*) die Regeln, man ſolle verſchiedene Ringe von verſchiedenen Oeffnungen zu Blendungen ausſchneiden,

α) Philoſoph. transact. n. 4. p. 55.

β) Elementa matheſeos vniuerſae. Tom. III. element. dioptri. §. 394.

und bey Betrachtung der mancherley Gegenſtände probiren, welche Blendung am Tage und in der Nacht am ſchicklichſten ſey.

In Anſehung der Spiegelteleſkope, bey welchen die Abweichung der Strahlen wegen der Farben nicht ſtatt findet, und folglich bloß auf die Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgeſtalt Rückſicht genommen werden muß, nehme man den Oeffnungshalbmeſſer des Objektivſpiegels = x, die Brennweite deſſelben = p, die Brennweite des Okulars = q und die Vergrößerungszahl = m; für ein anderes Spiegelteleſkop ſey X der Oeffnungshalbmeſſer des Objektivſpiegels, P die Brennweite deſſelben. Q die Brennweite des Okulars und M die Vergrößerungszahl; ſo wird nach der Theorie erfordert, daß bey gleicher Deutlichkeit des Bildes

$$\frac{x^3}{p^2 \cdot q} = \frac{X^3}{P^2 \cdot Q}, \text{ mithin}$$

$$x^3 : X^3 = p^2 \cdot q : P^2 \cdot Q \text{ ſeyn müſſe.}$$

Wäre ferner der Oeffnungshalbmeſſer des Okulars in dem erſten Teleſkope = y, und der in dem andern = Y, ſo iſt $y = \frac{x}{m}$ und $Y = \frac{X}{M}$. Bey gleicher Helligkeit wird alſo erfordert, daß $\frac{x}{m} = \frac{X}{M}$, folglich $x : X = m : M$ oder $x : X = \frac{p}{q} : \frac{P}{Q}$ und

$$x^3 : X^3 = \frac{p^3}{q^3} : \frac{P^3}{Q^3} \text{ ſeyn müſſe.}$$

Hieraus erhält man nun

1. $\frac{p^3}{q^3} : \frac{P^3}{Q^3} = p^2 \cdot q : P^2 \cdot Q$ und $p : P = q^4 : Q^4$ d. h. die Brennweiten der Objektivſpiegel müſſen ſich verhalten wie die Biquadrate der Brennweiten der Okulargläſer.

Multipliciret man ferner die Proportion $x^3 : X^3 = p^2 . q : P^2 . Q$ durch die Proportion $x : X = \frac{p}{q} : \frac{P}{Q}$, ſo ergibt ſich

2. $x^4 : X^4 = p^3 : P^3$ d. h. die Biquadrate der Oeffnungshalbmeſſer der Objektivſpiegel müſſen ſich verhalten wie die Würfel ihrer Brennweiten.

Weil nun weiter $x : X = m : M$, mithin auch $x^4 : X^4 = m^4 : M^4$, ſo hat man

3. $m^4 : M^4 = p^3 : P^3$ oder die Biquadrate der Vergrößerungszahlen verhalten ſich wie die Würfel der Brennweiten der Objektivſpiegel.

Wenn endlich $x^4 : X^4 = p^3 : P^3$ durch $x^3 : X^3 = \frac{p^3}{q^3} : \frac{P^3}{Q^3}$ dividiret wird, ſo folget

4. $x : X = q^3 : Q^3$ oder die Oeffnungshalbmeſſer der Objektivſpiegel verhalten ſich wie die Würfel der Brennweiten der Okulargläſer.

Hadley *), welcher die Spiegelteleſkope zuerſt zu mehrerer Vollkommenheit brachte, fand ein Spiegelteleſkop gut, welches einen Objektivſpiegel von 62, 5 Zoll Brennweite hatte. Nachdem nun die Oeffnungsmeſſer des Objektivſpiegels 4, 5 oder 5 oder 5, 5 Zoll waren, ſo gab er dem Okularglaſe eine Brennweite von $\frac{11}{40}$ oder 0, 3 oder $\frac{1}{3}$ Zoll. Es war alſo bey mittlerer Eröffnung des Objektivſpiegels die Vergrößerungszahl $= \frac{62,5}{0,3} = 208,3 = m$. Wollte man nun ein Spiegelteleſkop haben, welches 200 Mahl $= M$ vergrößern ſoll, ſo hat man nun $m : M = x : X$ oder $208,3 : 200 = 5 : \frac{5 . 200}{208,3}$ alſo X = dem Oeffnungsdurchmeſſer des Objektivs $= 4,8$ Zoll. Ferner iſt $x : X = q^3 : Q^3$ oder $5 : 4,8 = 0,3^3 : \frac{4,8 . 0,3^3}{5}$ oder $Q^3 = 0,0259$ und Q = der Brenn-

*) Philoſoph. tranſact. N. 376. 378.

weite des Okulars = 0,295 Zoll. Endlich hat man nun noch $x^4 : X^4 = p^3 : P^3$ oder $5^4 : 4{,}8^4 = 62{,}5^3 : \frac{62{,}5^3 \cdot 4{,}8^4}{5^4}$, alſo P = 59 Zoll.

Nach dieſer Anordnung hat man $y = \frac{x}{m} = \frac{2{,}5}{208{,}3} =$ 0,012, folglich die Helligkeit des betrachteten Objektes =

$$e = 400 \cdot y^2 \cdot E = 0{,}0576 \cdot C$$

alſo wenigſtens 17 Mahl geringer als mit bloßen Augen.

Dieſen Gründen gemäß iſt im ſmithſchen Lehrbegriffe der Optik, von Käſtner überſetzt, S. 194. folgende Tabelle für Spiegelteleſkope berechnet worden:

Brennweite des Hohlſpiegels in Füßen.	Brennweite des Okulars in Zollen.	Vergrößerungszahl.	Oeffnungsdurchmeſſer in Zollen.
½	0,167	36	0,864
1	0,199	60	1,440
2	0,236	102	2,448
3	0,261	138	3,312
4	0,281	171	4,104
5	0,297	202	4,848
6	0,311	232	5,568
7	0,323	260	6,240
8	0,334	287	6,888
9	0,344	314	7,536
10	0,353	340	8,160
11	0,362	365	8,760
12	0,367	390	9,360
13	0,377	414	9,936
14	0,384	437	10,488
15	0,391	460	11,040
16	0,397	483	11,592
17	0,403	506	12,143

Wenn man dieſe Tabelle für die Spiegelteleſkope mit der huygenſchen Tabelle für aſtronomiſche Fernröhre vergleichet, ſo erkennet man gar bald, daß bey der Vergrößerungszahl 100 das aſtronomiſche Fernrohr 25 Fuß ſeyn müſſe, da das Spiegelteleſkop bey eben der Vergrößerungs-

zahl

zahl nur 2 Fuß zu ſeyn brauchet. Da nun bey beiden die Oeffnungsdurchmeſſer beynahe gleich ſind, mithin auch die Helligkeit einerley iſt, ſo ſieht man, daß ein Teleſkop von wenigſtens 4 Mahl geringerer Länge, eben das leiſte, was ein gemeines Sternrohr leiſtet. In den neuern Zeiten haben die Spiegelteleſkope vorzüglich noch deßwegen einen größern Vorzug für den Sternröhren erhalten, weil man Mittel gefunden hat, die Abweichung der Lichtſtrahlen, wegen der Kugelgeſtalt, zu vermeiden und die Spiegel aus einer ſolchen Maſſe zu verfertigen, die in der Luft nicht roſtet. M. ſ. **Spiegelteleſkope.**

In Anſehung der achromatiſchen Fernröhre, bey welchen die Abweichung wegen der Farben ganz wegfällt, hat man auch durch geſchickte Zuſammenſetzung der Gläſer die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt beynahe gänzlich aufheben können. Daher hat man bey ſolchen Fernröhren die Freyheit, das Licht von dem Gegenſtande auf die ganze Fläche des Objektives fallen zu laſſen, wodurch nicht allein die Blendungen völlig entbehrlich ſind, ſondern man erhält auch den Vortheil, daß das Bild viel deutlicher, das Geſichtsfeld viel größer ausfallen, und die Vergrößerung um ein beträchtlicheres vermehrt werden kann. M. ſ. **Fernröhre, achromatiſche.**

M. ſ. **Karſten**, Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. 3ter Band. Greifswald 1780. Photometr. Abſchn. XIV und XVI. **Klügel**, analytiſche Dioptrik. Theil 2.

Apſiden (apſides, auges, apſides) ſind in der Aſtronomie die beideu Punkte in der Bahn der Planeten, wovon der eine der Sonne am entfernteſten, der andere aber derſelben am näheſten iſt. Wenn (fig. 18.) s die Sonne vorſtellet, ſo iſt der Punkt a am weiteſten und der Punkt c am näheſten davon entfernt, mithin ſind dieſe beiden Punkte die Apſiden.

Apſidenlinie, größte Axe der Planetenbahn (linea apſidum, axis orbitae, ligne des apſides, le

grand axe de l'orbite), iſt die gerade Linie, deren Endpunkte die Apſiden ſind. Sie iſt folglich die große Axe der Planetenbahn, geht durch die Sonne und durch den Mittelpunkt der Planetenbahn. Dieſe Linie iſt die Linie (fig. 19.) ac. Beobachtungen haben gelehret, daß die Apſidenlinie von Zeit zu Zeit ihre Lage verändert. Es ſcheint, als wenn ſie etwas vorwärts nach der Ordnung der Zeichen rücke.

Aquädukt ſ. **Waſſerleitung.**

Aräometer, hydroſtatiſche Senkwage (araeometrum, hygrobaroſcopium, baryllion, aréomètre, peſe-liqueur), welches von dem beſondern Gebrauche, wozu es beſtimmt iſt, die Nahmen **Bierwage, Soolwage, Salzſpindel, Weinwage** u. ſ. f. erhält, iſt ein ſolches Werkzeug, vermittelſt welchen man die ſpecifiſchen Gewichte flüſſiger Materien beſtimmen kann. Die Theorie der Aräometer gründet ſich ganz allein auf hydroſtatiſche Geſetze. M. ſ. vorzüglich den Artickel, **Schwere, ſpecifiſche.** Man kann nämlich das ſpecifiſche Gewicht einer flüſſigen Materie vermittelſt eines eingetauchten, feſten Körpers, welcher darin nicht unterſinkt, dadurch finden, daß man den körperlichen Inhalt des in der flüſſigen Materie eingetauchten Theils von dem feſten Körper ſuchet, und dieſen in das Gewicht des feſten Körpers dividiret; der Quotiente iſt das Gewicht eines Cubikfußes oder Cubikzolles der flüſſigen Materie, nachdem die Größe des eingetauchten Theils in Cubikfüßen oder Cubikzollen ausgedrucket iſt. Setzt man alſo das Gewicht des feſten Körpers $= p$, die geometriſche Größe des eingetauchten Theils $= v$, und das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie $= \gamma$, ſo muß $p = v\gamma$, folglich $\gamma = \frac{p}{v}$ ſeyn. Würde ein und der nämliche Körper in verſchiedene flüſſige Materien eingetaucht, und die eingeſenkten Theile wären ungleich groß, ſo müſſen ſich alsdann die ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien umgekehrt wie die eingetauchten Theile verhalten. Wäre alſo das ſpecifiſche Gewicht

einer

einer andern flüſſigen Materie $= g$, und der eingetauchte Theil des feſten Körpers in ſelbiger $= V$, ſo muß ebenfalls $p = Vg$, und daher $Vg = v\gamma$ ſeyn; daraus ergibt ſich $g : \gamma = v : V$. Man kann aber auch einen und den nämlichen feſten Körper in verſchiedene flüſſige Materien von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte gleich tief einſenken; alsdann müſſen aber an ſelbigem in ſpecifiſch ſchwereren flüſſigen Materien mehrere Gewichte, in ſpecifiſch leichtern aber weniger Gewichte angebracht werden. In dieſer letzten Vorausſetzung ſey das Gewicht des feſten Körpers $= p$, welcher ſich mit einem Theile von körperlicher Größe v in der einen flüſſigen Materie von ſpecifiſchem Gewichte γ eintaucht, das Gewicht eben dieſes feſten Körpers mit dem angehängten oder abgenommenen Gewichte zugleich $= P$, welcher ſich in der andern flüſſigen Materie von ſpecifiſchem Gewichte gleich tief eintauchet; ſo hat man $p = \gamma . v$ und $P = gv$, folglich $\gamma = \frac{p}{v}$ und $g = \frac{P}{v}$ und daher $\gamma : g = \frac{p}{v} : \frac{P}{v} = p : P$ d. h. die ſpecifiſchen Gewichte zweyer flüſſiger Materien verhalten ſich auch wie die Gewichte zweyer Körper, wenn ihre eingetauchten Theile gleich viel körperlichen Inhalt beſitzen. Aus dieſen feſtgeſetzten Gründen kann man einſehen, daß die hydroſtatiſchen Senkwagen eine doppelte Einrichtung erhalten können: Ein Mahl, wenn die Wage von unverändertem Gewichte in verſchiedene flüſſige Materien eingetaucht wird, das andere Mahl aber, wenn die Senkwage nur bis zu einer gewiſſen beſtimmten Tiefe einſenkt werden ſoll. Es iſt jedoch leicht zu begreifen, daß die letztere Art einen Vorzug vor der erſten habe, weil man die Gewichte mit größerer Genauigkeit als die körperlichen Räume beſtimmen kann. Deſſen ungeachtet gebrauchet man im gemeinen Leben zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Schwere der verſchiedenen flüſſigen Körper die erſte Art von Aräometer mehr als die andere Art, und die gewöhnlichſte

wöhnlichſte und einfachſte Einrichtung iſt folgende: eine lange Röhre wird unten mit einer hohlen Kugel oder auch wohl mit zweyen ſolchen Kugeln, einer größern und einer kleinern verſehen; in dieſe Kugel bringt man allein ſo viel Bleyſchroot, daß ſie bis an eine gewiſſe Tiefe in der einen flüſſigen Materie ſinke, welche an der Röhre durch ein gewiſſes Zeichen bemerket wird. In jeder andern flüſſigen Materie wird dieſe Senkwage entweder weniger tief oder noch tiefer einſinken, wenn ſie von ſchwererer oder leichterer Art iſt. Auf dieſe Weiſe werden an der Röhre durch Verſuche Abtheilungen gemacht. Weiß man alsdann genau die geometriſchen Räume der in den flüſſigen Materien eingetauchten Theile, und nimmt das ſpecifiſche Gewicht der einen flüſſigen Materie, z. E. des deſtillirten Waſſers, als Einheit an, ſo läßt ſich hierdurch das Verhältniß der ſpecifiſchen Schwere der flüſſigen Materie finden. Dergleichen Aräometer hat Boyle *) angegeben; obgleich ſchon lange vor ihm der Gebrauch der Aräometer bekannt war. Weil aber dergleichen Arten von hydroſtatiſchen Senkwagen keine ſehr große Vollkommenheiten beſitzen, indem man unmöglich ſo genau die geometriſchen Größen der eingetauchten Theile, als zur Abſicht erfordert wird, beſtimmen kann; ſo kann man nach folgenden Gründen die Eintheilungen an der Röhre einer Senkwage finden, wenn ſie die ſpecifiſche Schwere derjenigen flüſſigen Materie, in welche ſie verſenkt wird, in Vergleichung mit der ſpecifiſchen Schwere des reinen Waſſers angeben ſoll: man tauche die Senkwage in eine flüſſige Materie, deren ſpecifiſches Gewichte $= \gamma$ auf irgend eine Weiſe entweder gefunden oder gegeben iſt, und bemerke an der Röhre die Stelle (fig. 19) b, wo ſie von der Oberfläche der Flüſſigkeit geſchnitten wird. Iſt nun das Gewicht der ganzen Senkwage $= p$, ſo iſt das Gewicht einer Menge reinen Waſſers, welches den Raum ab ausfüllen würde, $= \frac{p}{\gamma}$, wenn das ſpecifiſche Gewicht des

*) Philoſophic. transact. n. 24. n. 447.

des Waſſers = 1 geſetzet wird. Es ſey ferner das ſpecifiſche Gewicht einer andern flüſſigen Materie = g und $g > \gamma$, ſo wird ſich die Wage in ſelbiger nur bis c einſenken; alsdann erhält man das Gewicht einer Menge reinen Waſſers, welches den Raum a c ausfüllt, $= \frac{p}{g}$, wenn das ſpecifiſche Gewicht g bekannt iſt. Hieraus aber ergibt ſich nach dem eben angeführten Geſetze

$$ab : ac = g : \gamma, \text{ ſolglich } ac = \frac{\gamma}{g} . ab, \text{ und}$$

$$bc = ab - ac = ab\left(1 - \frac{\gamma}{g}\right) = \frac{g - \gamma}{g} . ab$$

Man ſetze noch weiter die ſpecifiſche Schwere einer dritten flüſſigen Materie = G, in welcher ſich die Wage bis d einſenke, ſo daß bd = n. bc, ſo hat man wiederum

$$ab : ad = G : g, \text{ mithin } ad = \frac{g}{G} . ab \text{ und}$$

$$ad = ab - bd = ab - n . bc, \text{ oder}$$

$$ad = \left(1 - \frac{n(g - \gamma)}{g}\right) ab = \frac{g}{G} . ab = \frac{g - n(g - \gamma)}{g} . ab$$

daraus findet man

$$\frac{\gamma}{G} = \frac{g - n(g - \gamma)}{g}, \text{ und}$$

$$g\gamma = gG - n(g - \gamma) G \text{ und } n = \frac{(G - \gamma) g}{(g - \gamma) G} = \frac{g}{g - \gamma}\left(1 - \frac{\gamma}{g}\right)$$

Es läßt ſich alſo für einen jeden angenommenen Werth G die Größe bd = n. bc beſtimmen und dadurch die Röhre graduiren, da alsdann bey einer jeden auf dieſe Weiſe gefundenen Stelle die dazu gehörige Zahl G geſetzet wird. Weil der Bruch $\frac{\gamma}{G}$ kleiner, wenn G wächſt, aber größer wird, wenn G abnimmt, ſo folgt, daß im erſten Falle auch der Werth von n wachſen und im andern Falle abnehmen müſſe; iſt aber $\gamma = G$, ſo verſchwindet die Zahl n. Wird ferner $G < \gamma$ angenommen, ſo wird nun n ſowohl als auch

n. bc

n. bc negativ, und es muß nun bd oberhalb b geſetzet werden; denn in einem ſolchen Falle ſenkt ſich die Wage offenbar tiefer als bis b ein. Wäre ſchon $g < \gamma$, ſo würde auch ſchon c oberhalb b und $n = \frac{(\gamma - G) g}{(\gamma - g) G}$ gefunden ſeyn. Bliebe demnach $G < \gamma$, ſo bleibt auch n. bc = bd poſitiv und bd fällt unterhalb b; wird aber $G > \gamma$, ſo fällt nun bd oberhalb b.

Unter den bekannten flüſſigen Materien iſt außer dem Queckſilber die Schwefelſäure am ſchwerſten und die Naphtha am leichteſten. Nach **Bergmann** iſt die concentrirte Schwefelſäure bis 2,125 und nach **Kirwan** die Naphtha 0,708 Mahl ſchwerer als das deſtillirte Waſſer. Wenn man alſo auf einer einzigen Senkwage von der beſchriebenen Einrichtung alle Abtheilungen haben wollte, welche das ſpecifiſche Gewichte aller flüſſigen Materien bis auf tauſend Theilchen anzeigen ſollte, ſo müßte die Röhre ſehr lang, und um des Willen ſehr unbequem ſeyn. Daher iſt es beſſer, mehrere dergleichen Senkwagen zum Gebrauch zu verfertigen, wovon eine jede zu ſolchen flüſſigen Materien eingerichtet iſt, deren eigenthümliches Gewicht zwiſchen ein Paar Grenzen fällt, wovon das Verhältniß etwa 1 : 1,2 beträgt. Dergleichen Einrichtung geben die Herrn **Brander** und **Höſchel** *) in Augsburg ihren hydroſtatiſchen Senkwagen. Gewöhnlich liefern ſie ſechs Senkwagen, wovon die eine für ſolche flüſſige Materien beſtimmt iſt, deren ſpecifiſche Gewichte dem ſpecifiſchen Gewichte des Regenwaſſers ſehr nahe kömmt, und zwiſchen den Grenzen 0,983 und 1,018 fällt. Zwey andere Senkwagen dienen für flüſſige Materien, die leichter als Waſſer ſind; die erſtere gibt das ſpecifiſche Gewicht = 1 und erſtreckt ſich bis zum ſpecifiſchen Gewichte = $0{,}928\frac{4}{7}$; mit dieſem ſpecifiſchen Gewichte fängt die andere an, und geht bis zum ſpecifiſchen Gewichte = $0{,}857\frac{1}{7}$. Noch ſind zwey andere für ſolche flüſſige

*) In der Beſchreibung des neuen Spiegelquadranten nach Hadley's Theorie. Augsb. 1777.

ſige Materien eingerichtet, welche eine größere ſpecifiſche Schwere als das Regenwaſſer haben. Die erſtere fängt mit dem eigenthümlichen Gewichte = 1 an, und geht bis zum Gewichte = 1,071$\frac{3}{7}$, und hiermit geht die andere an und erſtreckt ſich bis zur ſpecifiſchen Schwere = 1,143. Die ſechſte Wage iſt beſonders für die Salzſoole eingerichtet. So richtig auch alle dieſe theoretiſchen Sätze ſind, ſo erfordern ſie doch in der Ausübung, wenn die Abtheilungen auf der Röhre allemahl genau das ſpecifiſche Gewicht, in Vergleichung mit dem Regenwaſſer, angeben ſollen, ſolche Aräometer, deren Röhren vollkommen cylindriſch ſind, welches bey gläſernen ſo leicht nicht zu erhalten iſt. Dieſerwegen bleiben alle ſolche Aräometer Unvollkommenheiten ausgeſetzet; und ſelbſt die verbeſſerte Einrichtung ſolcher Aräometer, welche Herr **Buſch** [α]) angegeben hat, iſt Fehlern unterworfen.

Man kann auch die Aräometer beſonders durch Verſuche graduiren. Will man z. E. eine Salzwage einrichten, welche angibt, wie viel Salz in einem an einem Orte beſtimmten Maße enthalten ſey, ſo löſe man 1 Loth Salz im Waſſer auf, ſchütte zu dieſer Auflöſung ſo viel Waſſer hinzu, daß das Flüſſige gerade ſo viel beträgt, daß es jenes Maß fülle; alsdann bringe man die Wage in die Salzſolution, und bemerke an der Röhre genau, wie tief ſie ſich eingeſenket hat. Man nehme ferner 2 Loth Salz, und löſe dieß im Waſſer auf, und ſchütte zu dieſer Solution eben ſo viel Waſſer hinzu, als jenes Maß faſſen kann, tauche abermals in dieſe Auflöſung die Wage und bemerke wiederum genau die eingeſenkte Tiefe an der Röhre. Fährt man auf dieſe Art mit 3, 4 und mehreren Lothen Salz fort, ſo wird man dadurch eine graduirte Salzwage erhalten. Verſchiedene Arten von **Salzwagen** hat beſonders **Leupold** [β]) beſchrieben, die beſten

α) Verſuch einer Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens. 2ter Theil. Hamb. 1791. 8. Hydroſtat. S. 49. u. f.

β) Theatr. ſtatic. vniuerſ. P. II. cap. 6.

beſten Unterſuchungen darüber aber Herr **Lambert** α)
geſtellt. Mit Recht urtheilet aber Herr **Beckmann**, d
es der Mühe nicht werth wäre, weitläuftige Unterſuchung
über die Soolwagen anzuſtellen, da wir doch in der Na
keine ganz reine Auflöſung des Salzes im Waſſer fänd
indem ſie allemahl noch andere Beſtandtheile, als Gypser
Kalkerde, Bitterſalz u. d. gl. enthielte, und dieſe vorzügl
das ſpecifiſche Gewicht der ſo genannten Soole vermehrete
Mit beſſerem Erfolge kann dieſe Art, durch Verſuche d
Aräometer zu graduiren, bey den Bierproben gebrauchet we
den, wie **Faggot** β) für das ſchwediſche Bier vorgeſchlag
hat. Da aber in Deutſchland zu viele Sorten Bier ang
troffen werden, ſo würde auch dieſe Graduirung der Arä
meter äußerſt mühſam ſeyn.

Man hat auch die Aräometer dadurch zu graduiren vo
geſchlagen, daß man durch Verſuche zwey feſte Punkte b
ſtimme, und den Zwiſchenraum in gleiche Theile eintheil
Dergleichen hat **Muſchenbrök** γ) und **Baumé** δ) ang
geben. Allein dieſer Vorſchlag beruhet auf keinen wah
ren Gründen.

Eine vorzügliche Methode, die Aräometer durch Verän
derung ihrer Gewichte zu graduiren, lehret **Briſſon** ε)
Man ſetze das ſpecifiſche Gewicht einer flüſſigen Materie =
γ, den geometriſchen Raum, um welchen ſich das Aräome
ter in ſelbiger einſenket, = v, und das Gewicht des Aräo
meters = p, ſo iſt es natürlich, daß das Gewicht p verän
dert werden müſſe, wenn das Aräometer im deſtillirten Waſ
ſer eben ſo tief, als in jener flüſſigen Materie eingeſenke
werden ſoll. Man nehme alſo die ſpecifiſche Schwere de
Waſſers = g, in welchem das Aräometer ebenfalls um den
Raum

α) Experiences ſur les poids du ſal et la gravité ſpecifique de ſaumures faites et analyſées par M. *Lambert* in hiſtoir. de l'Acad. de Pruſſe. ann. 1762. T. 18. p. 27 f.

β) Schwediſche Abhandlung, überſ. v. Käſtner 1763. S. 49.

γ) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1384.

δ) Avant-Coureur 1768. n. 45. 50. 51. 52; 1796. n. 2.

ε) Dictionaire de phyſique; art. *Aréomètre.*

Raum v ſich einſenken ſoll, ſo hat man $\gamma : g = p : \frac{gp}{\gamma}$; und das Aräometer muß nun das Gewicht $\frac{gp}{\gamma}$ haben. Wäre die flüſſige Materie ſpecifiſch leichter als das Waſſer, ſo muß auch $\frac{gp}{\gamma}$ größer als p ſeyn, und es muß das Gewicht p um $\frac{gp}{\gamma} - p = \frac{(g-\gamma)p}{\gamma}$ vermehret werden, wenn es ſich im Waſſer eben ſo tief als in der flüſſigen Materie einſenken ſoll. Nähme man nun das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers $= 1000$ an, und γ nach und nach 990, 980, 970, 960 u. ſ. f. ſo bekömmt $\frac{(g-\gamma)p}{\gamma}$ nach und nach die Werthe $\frac{10}{990} \cdot p$, $\frac{20}{980} \cdot p$, $\frac{30}{970} \cdot p$, $\frac{40}{960}\,p$ u. ſ. f. Um nun nach dieſen Gründen das Aräometer zu graduiren, verfahre man auf folgende Art: man wäge das Aräometer genau ab, und tauche es in reines deſtillirtes Waſſer, bemerke alsdann an der Röhre, wie tief ſich das Aräometer eingeſenket habe; hierauf vermehre man das anfängliche Gewicht des Aräometers durch hinzu gegoſſenes Queckſilber, um $\frac{10}{990} = \frac{1}{99}$, und bemerke auch hier an der Röhre, wie tief es ſich eingeſenket habe; das zugegoſſene Queckſilber nehme man wieder hinweg, und ſchütte zu dem anfänglichen Gewicht des Aräometers $\frac{20}{980} = \frac{1}{49}$ deſſelben von dem Queckſilber hinzu, und bemerke wiederum, wie tief das Aräometer ſich eingeſenket habe u. ſ. f. Setzt man nach und nach an die eingeſenkten Tiefen die Zahlen 990, 980, 970, 960 u. ſ. f. ſo iſt das Aräometer von 10 zu 10 Graden richtig eingetheilet. Wollte man die Eintheilung für jeden Grad haben, ſo könnte man nur, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, den Raum zwiſchen 10 u. 10 in gleiche Theile theilen. Wären im Gegentheil die flüſſigen Materien ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, ſo wird alsdann der Ausdruck $\frac{(g-\gamma)p}{\gamma}$ negativ, und es müßte nun das anfängliche Gewicht p um $\frac{(\gamma-g)p}{\gamma}$ vermindert werden. Bliebe

beſten Unterſuchungen darüber aber Herr **Lambert** α) angeſtellt. Mit Recht urtheilet aber Herr **Beckmann**, daß es der Mühe nicht werth wäre, weitläuftige Unterſuchungen über die Soolwagen anzuſtellen, da wir doch in der Natur keine ganz reine Auflöſung des Salzes im Waſſer fänden, indem ſie allemahl noch andere Beſtandtheile, als Gypserde, Kalkerde, Bitterſalz u. d. gl. enthielte, und dieſe vorzüglich das ſpecifiſche Gewicht der ſo genannten Soole vermehreten. Mit beſſerem Erfolge kann dieſe Art, durch Verſuche die Aräometer zu graduiren, bey den Bierproben gebrauchet werden, wie **Faggot** β) für das ſchwediſche Bier vorgeſchlagen hat. Da aber in Deutſchland zu viele Sorten Bier angetroffen werden, ſo würde auch dieſe Graduirung der Aräometer äußerſt mühſam ſeyn.

Man hat auch die Aräometer dadurch zu graduiren vorgeſchlagen, daß man durch Verſuche zwey feſte Punkte beſtimme, und den Zwiſchenraum in gleiche Theile eintheile. Dergleichen hat **Muſchenbrök** γ) und **Baume** δ) angegeben. Allein dieſer Vorſchlag beruhet auf keinen wahren Gründen.

Eine vorzügliche Methode, die Aräometer durch Veränderung ihrer Gewichte zu graduiren, lehret **Briſſon** ε). Man ſetze das ſpecifiſche Gewicht einer flüſſigen Materie $= \gamma$, den geometriſchen Raum, um welchen ſich das Aräometer in ſelbiger einſenket, $= v$, und das Gewicht des Aräometers $= p$, ſo iſt es natürlich, daß das Gewicht p verändert werden müſſe, wenn das Aräometer im deſtillirten Waſſer eben ſo tief, als in jener flüſſigen Materie eingeſenket werden ſoll. Man nehme alſo die ſpecifiſche Schwere des Waſſers $= g$, in welchem das Aräometer ebenfalls um den Raum

α) Experiences ſur les poids du ſal et la gravité ſpecifique de ſaumures faites et analyſées par M. *Lambert* in hiſtoir. de l'Acad. de Pruſſe. ann. 1762. T. 18. p. 27 f.

β) Schwediſche Abhandlung, überſ. v. Käſtner 1763. S. 49.

γ) Introductio ad philoſoph. natural. Tom. II. §. 1384.

δ) Avant-Coureur 1768. n. 45. 50. 51. 52; 1796. n. 2.

ε) Dictionaire de phyſique; art. *Aréomètre.*

Raum v ſich einſenken ſoll, ſo hat man $\gamma : g = p : \frac{gp}{\gamma}$; und das Aräometer muß nun das Gewicht $\frac{gp}{\gamma}$ haben. Wäre die flüſſige Materie ſpecifiſch leichter als das Waſſer, ſo muß auch $\frac{gp}{\gamma}$ größer als p ſeyn, und es muß das Gewicht p um $\frac{gp}{\gamma} - p = \frac{(g-\gamma)p}{\gamma}$ vermehret werden, wenn es ſich im Waſſer eben ſo tief als in der flüſſigen Materie einſenken ſoll. Nähme man nun das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 1000 an, und γ nach und nach 990, 980, 970, 960 u. ſ. f. ſo bekömmt $\frac{(g-\gamma)p}{\gamma}$ nach und nach die Werthe $\frac{10}{990} \cdot p$, $\frac{20}{980} \cdot p$, $\frac{30}{970} \cdot p$, $\frac{40}{960}p$ u. ſ. f. Um nun nach dieſen Gründen das Aräometer zu graduiren, verfahre man auf folgende Art: man wäge das Aräometer genau ab, und tauche es in reines deſtillirtes Waſſer, bemerke alsdann an der Röhre, wie tief ſich das Aräometer eingeſenket habe; hierauf vermehre man das anfängliche Gewicht des Aräometers durch hinzu gegoſſenes Queckſilber, um $\frac{10}{990} = \frac{1}{99}$, und bemerke auch hier an der Röhre, wie tief es ſich eingeſenket habe; das zugegoſſene Queckſilber nehme man wieder hinweg, und ſchütte zu dem anfänglichen Gewicht des Aräometers $\frac{20}{980} = \frac{1}{49}$ deſſelben von dem Queckſilber hinzu, und bemerke wiederum, wie tief das Aräometer ſich eingeſenket habe u. ſ. f. Setzt man nach und nach an die eingeſenkten Tiefen die Zahlen 990, 980, 970, 960 u. ſ. f. ſo iſt das Aräometer von 10 zu 10 Graden richtig eingetheilet. Wollte man die Eintheilung für jeden Grad haben, ſo könnte man nur, ohne einen merklichen Fehler zu begehen, den Raum zwiſchen 10 u. 10 in gleiche Theile theilen. Wären im Gegentheil die flüſſigen Materien ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer, ſo wird alsdann der Ausdruck $\frac{(g-\gamma)p}{\gamma}$ negativ, und es müßte nun das anfängliche Gewicht p um $\frac{(\gamma-g)p}{\gamma}$ vermindert werden. Bliebe

 alſo

alſo g = 1000, und es ſollte die Eintheilung wie vorhin von 10 zu 10 Grad geſchehen, ſo würde die Verminderung des Gewichtes nach und nach um $\frac{10}{1010}$, $\frac{20}{1020}$, $\frac{30}{1030}$ u. ſ. ſeyn. Zuletzt erhält das Aräometer ſein anfängliches Gewicht p wieder. Ohne Zweifel iſt dieſe Einrichtung der Aräometer mit unveränderlichem Gewichte die beſte, bey Verfertigung aber erfordert ſie mühſame Arbeit.

Herr Prof. **Schmidt** *), in Gießen, hat wegen dieſer mühſamen Arbeit eine andere Einrichtung angegeben, und zugleich erwieſen, daß die Aräometer mit Skalen denen mit veränderlichen Gewichten weit nachſtehen. Seine Vorſchriften ſind folgende: man verwandele den Raum des Aräometers nach dem bekannten Verhältniſſe der untern Gefäße zu dem Raume des Halſes, ſo weit nämlich die Ausdehnung der Skale reicht, in eine cylindriſche Röhre von der Weite des Halſes, und trage die Länge dieſer Röhre auf eine gerade Linie (fig. 20) von b nach a, und bemerke zugleich die Länge des Halſes bh. Auf die Endpunkte a und b dieſer Linie errichte man die ſenkrechten Linien dg und ef. Von a nach d trage man eine Linie von ſo vielen gleichen Theilen von willkürlicher Größe, als man ſich in dem Raume des ganzen Aräometers enthalten vorſtellet, z. B. 100, wenn die Skale hundert Theile, 1000, wenn ſie tauſend Theile des ganzen Raumes angeben ſoll. Von dieſen gleichen Theilen trage man noch ſo viele auf ag, als in der Ausdehnung der Skale enthalten ſind. Durch alle Theilungspunkte der geraden Linie ag ziehe man mit ab parallele Linien, bis ſie die Linie ef ſchneiden. Bey d ſchreibe man nun 0, bey a 100, und ſofort auf ag 110, 120, 130 u. ſ. Eben dieſe Zahlen ſchreibe man bey die zugehörigen Theilungspunkte der Linie ef. Hierauf lege man ein Lineal an d und die Theilungs-

*) Ueber die vortheilhafte Einrichtung eines Aräometers mit einer Skale, welches unmittelbar Procente einer gemiſchten Flüſſigkeit angeben ſoll; in Grens neuem Journal der Phyſik, B. III. S. 117. u. ſ.

lungspunkte 110, 120, 130 u. ſ. der geraden Linie bf, und bemerke die Durchſchnittspunkte des Lineals mit der Linie ab, ſo geben dieſe die Grade der Skale des Aräometers bh an, welche den ſpecifiſchen Gewichten 110, 120, 130 u. ſ. zugehören. Von der Richtigkeit dieſer Gradeintheilung überzeuget man ſich auf folgende Art: das Aräometer, welches hier durch die Linie ab vorgeſtellet wird, ſenkt ſich im Waſſer bis b ein. Geſetzt nun, es ſenke ſich in einer andern Flüſſigkeit bis 120 ein, ſo verhält ſich das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers zum ſpecifiſchen Gewichte dieſer Flüſſigkeit wie a 120 zu ab: vermöge der Conſtruktion iſt aber dieſes Verhältniß dem Verhältniſſe da : d 120 = 100 : 120 gleich; folglich hat man auch 100 : 120 = a 120 : ab; und es iſt demnach das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit, in welcher ſich das Aräometer bis 120 einſenket, = 120, wenn das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 100 geſetzet wird, oder 1,20, wenn das ſpecifiſche Gewicht des Waſſers = 1 iſt. Es erhellet ferner, daß durch dieſe Conſtruktion die Skale jenſeits der Grenzpunkte h und b nach Belieben fortgeſetzet werden könne, wenn dieſes die Einrichtung des Werkzeuges verſtattet. Durch die Grenzpunkte c, 80, 90 u. ſ. ziehe man die ſenkrechten Linien cl u. ſ. bis zu den durch die Theilungspunkte der Linien ag gehörigen Parallellen, und führe durch dieſe Punkte die krumme Linie lm hindurch, ſo drückt dieſe Linie das allmählige Wachsthum der Skale des Aräometers aus. Die von dem Punkte d an auf dg getragenen Theile, ſtellen die Abſciſſen, und die mit ac parallellen Linien die Applikaten dieſer krummen Linie vor, und es erhellet, daß ſich die Abſciſſen wie die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeiten, die Applikaten aber wie die eingetauchten Theile des Aräometers verhalten. Setzt man das ſpecifiſche Gewichte des Waſſers da = α, den im Waſſer eingetauchten Theil des Aräometers ab = β, die Abſciſſe = x, und die dazu gehörigen Applikate = y, ſo hat man $x : \alpha = \beta : y$ und $y = \frac{\alpha\beta}{x}$. Das Wachsthum der Applikaten

katen drückt eigentlich die Grade des Aräometers aus; ſez man alſo das Wachsthum der Abſciſſen $= \Delta x$, und da Wachsthum der dazu gehörigen Applikaten $= \Delta y$, ſo iſt

$$x + \Delta x : x = y : y - \Delta y$$

und daraus erhält man

$$\Delta y = \frac{y \Delta x}{x + \Delta x} = \frac{\alpha \beta \Delta x}{x(x + \Delta x)},$$

wenn für y ſein Werth $\frac{\alpha \beta}{x}$ geſetzet wird. Für unend lich kleine Aenderungen wäre demnach das Differenzial d $= \frac{\alpha \beta d x}{x^2}$. Aus der Gleichung für Δy ließe ſich ebenfal die Linie der Skale des Aräometers auch ohne Conſtruktio entwerfen. Nähme man $a d = d b = 1{,}000$ an, ſo würd nun $y = \frac{1}{x}$, und $d y = \frac{d x}{x^2}$. Man ſetze, es ſollte nac dieſer Vorausſetzung die Ausdehnung der Skale, wie α di Figur zeiget, von der ſpecifiſchen Schwere 0,7 an bis zu doppelten ſpecifiſchen Schwere des Waſſers gehen, ſo ſuch man die Größe eines Grades aus der Gleichung $d y$, in dem man x zuerſt $= 0{,}700$ und hernach $= 2{,}000$ ſetze Für den erſten Werth von x erhält man

$$d y = \frac{0{,}001}{0{,}700^2} = 0{,}002041,$$ und für den andern

$$d y = \frac{0{,}001}{2{,}000^2} = 0{,}00025.$$

Hieraus ſieht man, daß die oberſten Grade der Skale be nahe 10 Mahl größer würden als die niedrigſten. Um nu die wahre Größe derſelben zu finden, muß man die Werth von $d y$ mit der wahren Ausdehnung von $a b$ multipliciren Wäre $b h = 3$ pariſer Zoll und $b a$ 9 pariſer Zoll $= 0{,}7$ par. Fuß, ſo erhält man beide Werthe von $d y = 0{,}0015$ und $= 0{,}0001875$ par. Fuß. Beide Größen ſind aber z klein, um ſie meſſen zu können, ſelbſt die letzte, wenn ma ih

ihr Zehnfaches nimmt, d. h. wenn man die Skale des Aräometers nur bis auf hundert Theile genau haben wollte. Hieraus erhellet, daß man bey feſtgeſetzter Ausdehnung der Skale mehrere Aräometer wählen müßte. Wollte man drey Aräometer verfertigen, wovon die Skale des erſtern

von 2,00 bis 1,50, des zweyten
von 1,50 bis 1,00, und des dritten
von 1,00 bis 0,70 gehe;

ſo gibt dieß folgende Verhältniſſe von dem Raume der Gefäße zu dem Raume der Skale

für das erſte Aräometer		0,50 : 1,5 = 1 : 3
für das zweyte	——	0,5 : 1,0 = 1 : 2
für das dritte	——	0,3 : 0,7 = 3 : 7

Setzt man nun den Hals eines jeden Aräometers = 3 pariſer Zoll und nimmt an, die Skale ſollte hundert Theile zeigen, ſo hat man für das erſte Aräometer ab = 1 pariſer Fuß, und die Größen der beiden äußerſten Grade = 0,0025 und 0,0044 par. Fuß.

Für das zweyte Aräometer ab = 0,75 pariſer Fuß, die beiden äußerſten Grade = 0,00323 und 0,0075 par. Fuß.

Für das dritte Aräometer ab = 0,833 pariſer Fuß, die beiden äußerſten Grade = 0,00833 und 0,017 pariſer Fuß.

Der kleinſte Grad dieſer drey Aräometer beträgt $\frac{1}{4}$ par. Decimallinie, und der größte noch nicht zwey Linien. Wollte man nun bey gleicher Größe der Grade die Skale bis auf tauſend Theile genau haben, und doch die Länge der Aräometer nicht vergrößern, ſo müßte man ſtatt drey, dreyßig ſolcher Aräometer verfertigen. Vergleichet man nun hiermit das von Hr. Schmidt verbeſſerte fahrenheitiſche, welches bald angegeben werden ſoll, ſo iſt klar, daß zwey ſolche fahrenheitiſche eben das und noch mit größerer Schärfe angeben, was dreyßig Aräometer mit Skalen von ungefähr gleichen Diverſionen leiſten, ſo gemein auch dieſe Art von Aräometer noch iſt.

Was die fahrenheitiſchen Aräometer betrifft, ſo hat man von dieſer Gattung beſondere Einrichtungen, wovon ich nur die vorzüglichſten hier beſchreiben will. Das gewöhnlichſte, welches auch das **fahrenheitiſche allgemeine Aräometer** genennet wird, iſt alſo eingerichtet: an einer gläſernen Kugel (fig. 21.) b befindet ſich eine kleinere mit einigem Queckſilber oder Bleyſchrot beſchwerte Kugel, und oben eine ſehr dünne Röhre cd mit einer kleinen Schaale d, um kleine Gewichte hinein zu legen. Uebrigens iſt an der dünnen Röhre ein Zeichen e gemacht. Wird nun dieſes Werkzeug ſorgfältig gewogen, und das Gewicht = p befunden, ſo taucht man es zuerſt in deſtillirtes Waſſer, und legt in die Schaale ſo viel Gewichte hinzu, bis es an das Zeichen e eingetauchet iſt; es wäre alſo das ganze Gewicht des Aräometers mit dem zugelegten $= p + q$, wenn das zugelegte mit q bezeichnet wird. Bringt man hierauf dieſes Werkzeug in eine andre flüſſige Materie, ſo nehme man an, man müſſe noch das Gewicht P in die Schaale legen, damit es bis an das Zeichen e einſinke; alsdann werden ſich die ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers und der andern flüſſigen Materie wie $p + q : p + P$ verhalten. Wenn z. E. das Aräometer 500 Grän wiegt, und es müßten 56 Grän in die Schaale gelegt werden, damit es ſich im Regenwaſſer bis in e einſenke; in einer andern flüſſigen Materie aber müßten 90 Grän in die Schaale gebracht werden, ſo verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte bey der flüſſigen Materie $= 500 + 56 : 500 + 90 = 556 : 590 = 1 : 1{,}061$. **Leutmann** [α]) hat dieſe Einrichtung bloß darin abgeändert, daß die zugelegten Gewichte durch die Röhre cd, welche zu dieſer Abſicht hohl ſeyn muß, hineingeworfen werden.

Eine neuere Einrichtung eines allgemeinen Aräometers iſt von dem Herrn Prof. **Schmidt** in Gießen und Hofphyſikus **Ciarcy** [β]) in Darmſtadt angegeben: an dem hohlen birnförmigen gläſernen Gefäße (fig. 22.) a befindet ſich das maſſive

α) Commentar. petropol. T. V. p. 273.

β) Beſchreibung eines ſehr bequem eingerichteten allgemeinen Aräometers in Grens Journal der Phyſik. Band VII. S. 186 u. f.

maſſive Stück Glas d, woran das unterwärts birnförmige gläſerne Gefäß c geſchmolzen iſt. Oben an das Gefäß a iſt ein dünnes maſſives Stück Glas e f angebracht, welches am Ende f eine Schaale zur Einlegung der Gewichte träget. Unten bey der Spitze b wird anfänglich durch ein Loch in das birnförmige Gefäß c ſo viel Queckſilber eingegoſſen, daß das ganze Inſtrument genau 800 halbe Grän vom köllniſchen Markgewichte wieget. Das größte Gewicht, welches dieſes Aräometer tragen ſoll, iſt 400 halbe Grän. Wird nun dieſes Aräometer in deſtillirtes Waſſer gebracht, (die Temperatur iſt 15 Grad nach einem Queckſilberthermometer 80 gradiger Eintheilung angenommen,) ſo hat es dieſe Einrichtung, daß es ſich bis an ein in g gemachtes Merkmahl einſenke, wenn auf die Schaale f noch 200 halbe Grän geleget werden; folglich beträgt das geſammte Gewicht 800 + 200 = 1000 halbe Grän. Wenn man alſo dieſes Aräometer in eine andere flüſſige Materie bringt, ſo zeigt das hinzugelegte oder hinweggenommene Gewicht den Unterſchied der ſpecifiſchen Schwere des Waſſers und der andern flüſſigen Materie an. Addiret man demnach das zugelegte Gewicht oder ſubtrahiret das hinweggenommene von 1000, ſo gibt die Summe oder die Differenz das ſpecifiſche Gewicht der flüſſigen Materie ſo gleich an. Dieſes Aräometer gibt das ſpecifiſche Gewicht 800 bis 1200, oder, wenn das ſpecifiſche Gewichte des Waſſers = 1 geſetzt wird, 0,8 bis 1,2 an; mithin kann es für alle Oele, geiſtige, flüſſige Materien und viele Salzſolutionen dienen. Für ſchwerere Salzauflöſungen und Säuren verfertiget Herr **Ciarcy** nach eben den Grundſätzen ein anderes Aräometer, welches mit dem ſpecifiſchen Gewichte von 1200 an bis über 2000 hinaus gehet. In Regenwaſſer bis g verſenkt treibt dieſes Aräometer 500 Grän Waſſer aus der Stelle. Nimmt man nun an, daß ein rheinländiſcher Cubikzoll Waſſer bey 15 Grad Wärme nach dem 80 graduirten Queckſilberthermometer $502\frac{11}{18}$ Grän wiegen, ſo nimmt das von 500 Grän verdrängte Waſſer einen Raum von 0,9947 rheinl. Cubikzollen ein. Folglich wird ½ Grän,

welcher auf die Schaale dieſes Inſtrumentes geleget wird, noch $\frac{1}{1000}$ davon, oder 0,0009947 Cubikzoll mehr Waſſer aus der Stelle treiben. Da aber der Durchmeſſer des Halſes an dieſem Inſtrumente noch nicht $\frac{1}{20}$ Zoll, mithin der Flächeninhalt eines Querſchnittes deſſelben $\frac{1}{400}$ beträgt, ſo muß ſich dieſes Inſtrument um mehr als $400 \times 0{,}0009947 = 0{,}3979$ Zoll tiefer einſenken. Geſetzt auch, es würde dieſe Bewegung wegen Reibung und anderer Urſachen um die Hälfte vermindert, ſo bleibt doch immer die Größe, um welche es ſich, bey Beſchwerung eines halben Gräns, tiefer einſenket, noch etwas über 0,2 Zoll; mithin eine Bewegung die ſehr gut wahrgenommen werden kann.

Man hat noch anderen Inſtrumenten, welche eigentlich zur Findung der ſpecifiſchen Schwere beſtimmt ſind, den Nahmen Aräometer gegeben, wovon aber mit mehreren unter den Artikeln **Schwere, ſpecifiſche** und **Hydrometer** gehandelt werden ſoll.

Uebrigens erfordern alle Aräometer, wenn ſie gebrauchet werden ſollen, folgende dabey zu beobachtende Vorſichtsregeln, welche auch ſchon **Nollet** *) gegeben hat:

1. Die flüſſigen Materien, in welche die Aräometer eingeſenket werden ſollen, müſſen einerley Grad Wärme haben. Denn hätten ſie dieß nicht, ſo würden ſich nicht allein die ſpecifiſchen Gewichte ſondern auch ſelbſt die Umfänge der Aräometer verändern.
2. Wenn das Aräometer in die flüſſige Materie geſenket wird, ſo muß es genau vertikal ſtehen, weil man ſonſt den Punkt, welcher den Niveau angeben ſoll, nicht richtig beobachten kann.
3. Solche Aräometer, welche mit unverändertem Gewichte zur Beſtimmung der ſpecifiſchen Gewichte der flüſſigen Materien gebrauchet werden ſollen, müſſen einen durchaus gleich dicken Stiel, worauf die gleichen Grade gemacht werden, beſitzen, weil ſie ſonſt die ſpecifiſchen Gewichte nicht genau angeben können.

4. Zu-

*) Leçons de phyſique experimentale à Paris 1743. 8. To. II. p. 388.

4. Zuletzt müſſen noch die Aräometer ſehr rein gehalten, und beym jedesmahligen gemachten Gebrauche ganz abgetrocknet werden.

Bey allen dieſen Vorſichtsregeln behalten doch die Aräometer eine nie zu verbeſſernde Unvollkommenheit, indem die mehreſten Flüſſigkeiten ſich rund um den Stiel herum vermöge der Adhäſionskraft erheben, und eine Erhabenheit verurſachen, wodurch der Einſenkungspunkt nicht ganz genau beobachtet werden kann.

M. ſ. **Karſten**, Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Greifsw. 1780. Band II. Hydroſtat. §. 50 u. f. **Wolf**, nützliche Verſuche zu genauerer Kenntniß der Natur und Kunſt. Th. I. §. 207. **Gehlers** phyſikaliſches Wörterbuch Th. I. S. 115 u. f. Th. V. S. 50 u. f.

Archimedeiſches Problem ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Armatur des Magnets ſ. **Magnet.**

Armillarſphäre ſ. **Ringkugel.**

Arſenik, (arſenicum album, calx arſenici alba, oxidum arſenici album, oxide d'arſenic blanc) weißer, iſt nach dem neuern Syſtem eine metalliſche Halbſäure (nach dem ältern Syſtem ein metalliſcher Kalk) des ſo genannten Arſenikmetalls. Er unterſcheidet ſich von andern metalliſchen Halbſäuren vorzüglich durch die Flüchtigkeit im Feuer, wodurch er ſich nicht allein in verſchloſſenen Gefäßen ſublimiren läßt, ſondern er verwandelt ſich auch in offenen Gefäßen in einen nach Knoblauch riechenden Dampf, welcher für die Geſundheit ſehr gefährlich iſt. Dieſe Halbſäure löſet ſich im Waſſer ganz auf, erfordert aber zur Auflöſung nach **Bergmann** bey mittlerer Temperatur 80, in der Siedhitze hingegen 15 Theile Waſſers. Durchs Abdampfen dieſer Arſenikauflöſung erhält man Cryſtalle in der Geſtalt kleiner dreyſeitigen Pyramiden. Bey einer ſtarken Temperatur ſublimiret ſich dieſe Halbſäure zu einem weißen Glaſe, welches aber an der Luft die Durchſichtigkeit wieder verlieret, und zum Theil verwittert. Sie verbindet ſich leicht mit dem Schwefel zu einer gelben geſchwefelten Arſenikhalbſäure, welche,

natürlich gefunden, **Operment** (auripigmentum, oxi
d'arſenic ſulfuré jaune) genennet wird, und welche
im Waſſer nicht auflöſet. Wenn dieſe geſchwefelte Arſen
halbſäure geſchmolzen wird, ſo nimmt ſie eine rothe Fa
an, und wird feuerbeſtändiger. In der Natur dieſe ro
geſchwefelte Arſenikhalbſäure gefunden heißt ſie **Sandar**
oder **Rauſchgelb** (Realgar, oxide d'arſenic ſulfuré roug
Dieſe Arſenikhalbſäure wird in der Natur höchſt ſelten
finden. Man gewinnt ſie aus dem Arſenikmetall, we
man dieſes ſchnell in die Glühehitze bringt, ohne es allmäh
zu erwärmen; es entzündet ſich mit einer weißlich blau
Flamme, und ſtößt weiße dicke Dämpfe von ſich, welc
ſich an kalte Körper anlegen, und eben die Arſenikhalbſäu
geben. Die ſpecifiſche Schwere der Arſenikhalbſäure
3,706, wenn die ſpecifiſche Schwere des Waſſers = 1 g
ſetzet wird.

Arſenikmetall, Arſenikkönig (arſenicum, regu
lus arſenici, arſenic) iſt ein ſprödes unedles Metall, we
ches man zuweilen rein in ſchweren ſchwarzen Maſſen finde
Auf dem friſchen Bruche iſt dieſes Metall von einer Mitte
farbe, zwiſchen zinnweiß und bleygrau, wird aber an der Lu
ſehr bald erſt gelblich, nachher ſchwarz und verliert alle
metalliſchen Glanz. Die Sprödigkeit dieſes Metalls iſt
groß, daß es ſich unter dem Hammer ſehr leicht in Pulve
zerſchlagen läßt. Sein ſpecifiſches Gewicht, in Vergleichun
mit dem Waſſer, wird auf 8,308 geſetzet. Dieſes Metall i
im Feuer ſehr flüchtig, und läßt ſich in verſchloſſenen Ge
fäßen ganz ſublimiren. Hat man dieſe Sublimation bey al
mählich verſtärktem Feuer unternommen, ſo findet man de
ſublimirten Arſenik mehr oder weniger reguliniſch cryſtalli
ſiret. Wenn im Gegentheil das Metall ſchnell in eine Glü
hehitze gebracht wird, ſo entzündet es ſich, und die dabey aus
geſtoßenen Dämpfe geben die Arſenikhalbſäure. M. ſ. **Ar
ſenik, weißer.**

Arſenikſäure (acidum arſenici, acide arſenique
iſt eine eigene Säure, welche als ein Beſtandtheil des Arſe

nikmetalls zu betrachten iſt. Die ältern Chemiſten ſetzten den Arſenik wegen einiger Eigenſchaften unter die Claſſe der Salze, bis zuerſt **Scheele** [α]) und nachher **Torb. Bergmann** [β]) unwiderſprechlich zeigten, daß der weiße Arſenik eine eigene von allen andern verſchiedene Säure enthalte. Nach dem neuern Syſteme verwandelt ſich nämlich das Arſenikmetall durch die Aufnahme von etwas Sauerſtoff in die Arſenikhalbſäure, welche bis zur Sättigung mit Sauerſtoff in die Arſenikſäure übergehet. **Fourcroy** [γ]) führet außerdem noch eine Art von der Arſenikhalbſäure unter dem Nahmen acide arſenieux (**Arſenikſaurem**) an, welche ſich mit andern Grundlagen verbinde, und eine eigene Art von Salzen gebe. Die Arſenikſäure gewinnt man auf folgende Art: man gieße auf fein geriebenen weißen Arſenik Salzſäure, und laſſe dieſe Miſchung ſo lange kochen, bis ſich der Arſenik aufgelöſet hat; alsdann gieße man in dieſe Auflöſung Salpeterſäure, und deſtillire dieſes Gemiſche langſam ab; der Rückſtand in der Retorte iſt die weiße Arſenikſäure. Die trockene Arſenikſäure iſt ziemlich feuerbeſtändig, und fließt beym mäßigen Glühen klar und helle, und wird beym Erſtarren milchicht. Wird ſie aber einem heftigen Glühefeuer ausgeſetzet, ſo geräth ſie in ein ſtarkes Sieden, und wird zuletzt wieder zum weißen Arſenik. In freyer Luft ſauget dieſe Säure Feuchtigkeiten ein, und zerfließet. Die Arſenikſäure iſt vom Geſchmack viel beiſſender als der weiße Arſenik, und löſet ſich in zwey Theilen Waſſer auf, und verbindet ſich leichter mit der Kalkerde als Schwererde und Bittererde. Ihr ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem des Waſſers iſt 3,391.

M. ſ. **Gren**, ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Halle 1795. Theil III. §. 2874 u. ſ. **Girtanner**,

α) Abhandl. der ſchwed. Akad. d. Wiſſ. 1775. Qu. IV. n. 1.

β) Diſſert. de arſenico Upſal. 1777. 4. u. in d. opuſc. phyſ. chem. Vol. II. S. 272. Abhandl. vom Arſenik. Altenb. 1778. 8.

γ) Philoſophie chimique ou verites fondamentales de la chimie moderne à Paris 1794. 8. (l'an III. de la republique).

ner, Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. B
1795. 8. S. 274 u. f.

Aſcenſion ſ. Aufſteigung.

Aſcenſionaldifferenz (differentia aſcenſiona
difference aſcenſionelle). Hierunter verſteht man den
terſchied zwiſchen der geraden und ſchiefen Aufſteigung (
Aufſteigung, gerade und ſchiefe) eines Geſtirnes.
ſer Unterſchied iſt der Bogen (fig. 23.) oe des Aequa
cod, welcher zwiſchen dem Punkte o des Aequators,
cher mit dem Sterne ſ zugleich aufgehet, und dem Dekli
tionskreiſe peq des Sternes ſ enthalten iſt, und daher
Unterſchied der geraden Aufſteigung ve und der ſchiefen
angibt. Wenn man die Aſcenſionaldifferenz berechnen
ſo muß in dem Kugeldreyecke oeſ außer dem rechten Wi
bey e der Winkel o, welcher der Aequatorhöhe gleich iſt,
die Abweichung ſe des Sternes ſ bekannt ſeyn. Denn
dieſem Dreyecke hat man

$$\text{tang. } o : \text{tang. } ſe = \text{ſin. tot} : \text{ſin. } oe, \text{ mit}$$

$$\text{ſin. } oe = \frac{\text{tang. } ſe \times \text{ſin. tot.}}{\text{tang. } o} \text{ und vor ſin. tot.} =$$

$$\text{ſin. aſc Diff.} = \frac{\text{tang. Abweich}}{\text{tang. Aequat. h.}} = \frac{\text{tang. Abwei}}{\text{cotan. Polhö}}$$

weil die Aequatorhöhe ſich mit der Polhöhe zu 90 Grad
ergänzet (ſ. Aequatorhöhe); folglich auch

$$\text{ſin. Aſc. Diff.} = \text{tang. Abweich.} \times \text{tang. Polhö}$$

Hieraus könnten ſehr leicht Tafeln berechnet werden, a
welchen die Aſcenſionaldifferenzen für einen jeden Stern
einem jeden Orte genommen werden könnten, wenn für ein
ſolchen Ort die Abweichung eines jeden Sternes und die P
höhe bekannt wären.

Befände ſich der Stern in der ſüdlichen Halbkugel wie
ſo würde nun die Aſcenſionaldifferenz og negativ, wie au
dieſe die vorige Formel geben muß, wenn man die Abwe
chung fg des Sterns negativ ſetzet.

A

Aus der Aſcenſionaldifferenz kann nun die ſchiefe Aufſteigung vo gefunden werden, denn man hat

vo = ve — oe oder

ſchiefe Aufſt. = gerade Aufſt. — Aſcenſ. Differ.

hätte man die Aſcenſionaldifferenz negativ gefunden, ſo würde alsdann

ſchief. Aufſt. = gerade Aufſt. + Aſcenſion. Diff. oder

vo = vg + go.

Weil der wahre Morgenpunkt o von dem Mittagskreiſe paqd um 90° entfernet iſt, ſo hat man ce = co + oe = 90° + Aſcenſionaldifferenz. Befindet ſich alſo jetzt gerade der Stern ſ im Horizonte oder will aufgehen, ſo iſt eben der Punkt c des Aequators in dem Mittagskreiſe paqd, und es kann der Stern ſ nicht eher in den Mittagskreis paqd kommen, als bis der Bogen ce des Aequators durch dieſen Mittagskreis durchgegangen iſt; denn alsdann erſt fällt der Abweichungskreis pſq mit dem Mittagskreiſe paqd zuſammen. Es muß folglich vom Anfange des Aufganges eines Sternes ſ bis zur Culmination gerade ſo viel Zeit verfließen, als der Bogen ce des Aequators Zeit gebrauchet, um durch den Mittagskreis paqd zu gehen. Es läßt ſich alſo auch aus der bekannten Aſcenſionaldifferenz die Zeitdauer des Sternes ſ über dem Horizonte finden. Denn wenn man co + oe = 90° + Aſcenſionaldifferenz in Sternzeit verwandelt, ſo wäre dieſe die halbe Zeitdauer des Sternes ſ, mithin dieſe doppelt genommen die Zeitdauer des Sternes über dem Horizonte. Wäre ſ ſelbſt die Sonne, ſo würde man durch dieſes Verfahren die Tageslänge beſtimmen können: denn man hat

halbe Tageslänge = (90° + Aſcen. Diff. d. Son.) in Zeit.

Ob nun gleich die Sonne in ihrer eigenen Bewegung täglich etwa um einen Grad von Weſten gegen Oſten, außer der täglichen Bewegung, rückwärts geht, und folglich der Punkt e des Aequators nicht zugleich mit der aufgehenden Sonne ſ in den Mittagskreis kommen kann, ſo bewirket doch dieß Fortrücken der Sonne, daß gerade ſo viel Sternzeit verfließt,

als

als die Sonne gebrauchet haben würde, wenn ſie gar nicht fortgerücket wäre; mithin iſt die Wirkung in Anſehung der Zeit eben ſo, als wenn die Sternzeit wahre Sonnenzeit wäre. Man findet daher die halbe Tageslänge in wahrer Sonnenzeit, wenn man den Bogen c e in Sternzeit ausdrückt. Subtrahiret man alsdann die gefundene halbe Tageslänge von 12 Stunden, ſo erhält man die halbe Nachtlänge.

Für Jena iſt z. B. die Polhöhe = 51° 2′, die Abweichung der Sonne am längſten und am kürzeſten Tage 23° 28′, mithin

l. tang. Abweich.	=	0,6376106
l. tang. Polhöh.	=	10.0921475
		19,7297581
l. ſin. tot.	=	10
l. ſin. Aſcen. Diff.	=	9,7297581 und
die Aſcenſionaldifferenz	=	32° 27′ 42″
		90° — —
90° + Aſcen. Differ.	=	122° 27′ 42″

dieſe in Sternzeit verwandelt geben

122°	ſo viel als	8 Stund.	8 Minut.	0 Sek.	0 Tert.
27′	— —	0 —	1 —	48 —	0 —
42″	— —	0 —	0 —	2 —	48 —
halbe Tageslänge	=	8 Stund.	9 Min.	50 S.	48 Tert.
		12			
halbe Nachtlänge		3 St.	50 M.	9 S.	12 T. folglich
ganze Tageslänge	=	16 Stund.	20 Min.	42 Sek.	36 Tert.
ganze Nachtlänge	=	7 Stund.	40 Min.	18 Sek.	24 Tert.

Am kürzeſten Tage im Gegentheil würde die Aſcenſionaldifferenz negativ, und man würde finden

ganze Tageslänge	=	7 Stund.	40 Min.	18 Sek.	24 Tert.
ganze Nachtlänge	=	16 —	20 —	42 —	36 —

Für die halben Tagebogen der Geſtirne ſind ſchon Tabellen berechnet worden, in welchen man aus der Polhöhe des Ortes und der Abweichung der Geſtirne die Sternzeit

finden kann. Dergleichen enthalten die Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tabellen. B. III. S. 233 u. f. unter der Aufſchrift: **Tafel für die halben Tagebögen.**

Aſche (cineres, cendres) iſt der erdige Theil aller brennbaren Materien, welcher zurück bleibt, wenn ſie bis auf den höchſten Grad durch das Feuer zerleget ſind. Die Aſche der Pflanzen enthält die feuerbeſtändigen Theile derſelben ohne allen Zuſammenhang. Außer den erdigen Theilen beſitzt ſie ſalzige Theile, welche durchs Auslaugen mit Waſſer gewonnen werden können. So erhält man aus der Aſche der mehreſten Pflanzen die ſo genannte **Pottaſche** ſ. **Laugenſalze.** Die nach dem Auslaugen der Aſche zurückgebliebenen erdigen Theile ſind nach Beſchaffenheit des Bodens, worauf ſie geſtanden haben, verſchieden, mehrentheils ſind ſie Kalke, Thonerde und Kieſelerde, oftmahls auch phosphorirte Kalkerde oder auch eiſenhaltige Erde.

Was die Knochenaſche betrifft, ſo iſt dieſe nicht wie die Pflanzenaſche locker oder ſtaubig, ſondern ſie behält noch einen ſolchen Zuſammenhang, welche die organiſche Struktur der Knochen zeiget. Beym Auslaugen mit Waſſer erhält man von ihr nicht, wie bey der Pflanzenaſche, ſo genannte Pottaſche.

Aſchentrecker ſ. **Turmalin.**

Aſphalt ſ. **Erdharze**

Aſpekten (adſpectus ſ. configurationes planetarum, aſpects). Dieſen Nahmen erhalten die verſchiedenen Stellungen der Planeten, worunter auch die Sonne und der Mond gerechnet wird, im ſo genannten Thierkreiſe gegen einander. Es iſt aus der Aſtronomie bekannt, daß die verſchiedenen Planeten mit ungleichen Geſchwindigkeiten in ihren Bahnen ſich bewegen, woher es natürlich kommen muß, daß ſie ſich in ihrer Bewegung bald einander nähern, bald zuſammen kommen können, und bald wieder von einander entfernen; folglich müſſen ſie auch ganz verſchiedene Lagen oder Aſpekten gegen einander haben. Sie ſind folgende:

Die **Zuſammenkunft** oder **Conjunktion** (coniunctio, coniunction) (☌). Dieſe entſtehet, wenn zwey Planeten einerley

einerley Länge haben (ſ. **Länge**); ihre Breite (ſ. **Brei**
iſt alsdann von keinem großen Unterſchiede, und es wer
die Planeten neben einander ihre Stellung haben. W
aber auch die Breite = o, ſo würde nun einer den and
bedecken, und eine ſo genannte Finſterniß zu Wege bring
Eben die Zuſammenkunft der Sonne mit dem Monde ver
ſachet den ſo genannten **Neumond**, und wenn der Mo
der Sonne ſo nahe kömmt, daß entweder beide gar ke
oder nur wenige Breite haben, ſo erfolget allemahl e
Sonnenfinſterniß. Sonſt ſind die Zuſammenkünfte der P
neten für die Aſtronomie und ſelbſt für die Geographie ſ
wichtig, indem man dadurch den Lauf der Planeten vo
kommener kennen lernt, und die Länge der Oerter auf d
Erdoberfläche beſtimmen kann. Vorzüglich dienen zur ri
tigen Beſtimmung der Länge der Oerter auf der Erde d
Finſterniſſe der Jupitersmonde.

Der **Gegenſchein** oder **Oppoſition** (oppoſitio, o
poſition) (☍). Dieſe erfolget wenn ein Planet dem a
dern gegenüber ſtehet, oder wenn ſie in Anſehung ihr
Längen um 180° verſchieden ſind. Auch die Oppoſition
ſind für die Aſtronomie wichtig. So verurſachet der G
genſchein des Mondes mit der Sonne den ſo genannt
Vollmond; iſt alsdann zugleich die Breite des Mond
entweder = o, oder doch ſehr gering, ſo erfolget allema
eine **Mondfinſterniß**. Auch die Mondfinſterniß dien
zur Beſtimmung der Länge der Oerter der Erdoberfläche.

Der **Gedrittſchein** oder **Trigonalſchein** (trigon
ſ. trinus terminus) (△). Dieſer findet ſtatt, wenn d
Längen der Planeten um 120° verſchieden ſind.

Der **Geviert-** oder **Quadratſchein** (tetragonus
quadratus terminus) (□). Dieſer ereignet ſich, wen
die Längen der Planeten um 90 Grade verſchieden ſind. S
ſagt man, daß der Mond nach der Conjunktion im **erſt**
Viertel ſey, wenn er im Quadratſcheine ſich befindet; i
Gegentheil nach der Oppoſition, daß er im **letzten Viert**
ſey, wenn er abermahls in Quadratſchein kömmt.

D

Der **Geſechſt- oder Sextelſchein** (ſextilis terminus) (*). Dieſer erfolget, wenn die Längen der Planeten um 60 Grade verſchieden ſind.

Die Lehre von den Aſpekten iſt vorzüglich von den Aſtrologen eingeführet worden, welche in der verſchiedenen Lage der Geſtirne gegen einander einen Einfluß auf die Schickſale der Menſchen und Staaten zu finden glaubten. So nannten ſie die Conjunktion des Jupiters und des Saturns die **große**, und wenn dieſe im Anfange des Geſtirnes des Widders ſich ereignete, die **größte Conjunktion**. Die große erfolge ungefähr alle 20 und die größte alle 800 Jahre, zu welchen Zeiten, nach ihrer Meinung, die wichtigſten Ereigniſſe geſchehen ſollen. Obgleich dergleichen Aberglauben hier und da noch zu unſern Zeiten in Calendern angetroffen wird, ſo achtet ihn doch derjenige, welcher vom höhern Weſen einen richtigern Begriff hat, für nichts.

M. ſ. *Wolfii* elementa matheſeos vniuerſal. Halae 1734. To. III. elementa aſtronomiae, §. 926 ſqq.

Aſterismen ſ. **Sternbilder**

Aſtrognoſie, Sternkenntniß (aſtrognoſia, aſtrognoſie), iſt die Kenntniß der Geſtirne, welche man am ſcheinbar gewölbten Himmel erblicket, bloß in Anſehung ihrer Lage gegen einander und der beſondern ihnen gegebenen Nahmen. Ein jeder nur wenig aufmerkſame Beobachter wird bey weitem die meiſten Sterne, welche er bey heitrer Nachtzeit am Himmel erblicket, in Anſehung ihrer Lage gegen einander und ſcheinbaren Entfernung von einander, immer einerley finden; dieſe heißen Fixſterne. Die meiſten von dieſen Fixſternen hat man ſchon vor Alters in mancherley Figuren geordnet und ſelbige darnach benennet, welche ſich theils auf wahre Geſchichten, theils auch auf Fabeln der alten Dichter beziehen. Daher heißen ſie auch **Sternbilder, Geſtirne, Conſtellationen** u. ſ. f. mit deren Kenntniß ſich alſo die Aſtrognoſie größtentheils beſchäftiget. Für die ſphäriſche Aſtronomie bleibt es beſtändig ein vorzügliches Geſchäfte, alle dieſe Geſtirne ſich bekannt zu

machen, und es iſt dieß nothwendig, ehe man es wagen darf, die Geſetze über die Bewegung dieſer Himmelskörper, ihre Entfernungen von einander und ihre Größe zu betrachten. Die vorzüglichſten Hülfsmittel, ſie kennen zu lernen, ſind die **künſtliche Himmelskugel** (ſ. **Himmelskugel**), die **Sternkegel** (ſ. **Sternkegel**) und die **Sterncharten** (ſ. **Sterncharten**).

M. ſ. **Funks** Anweiſung zur Kenntniß der Geſtirne auf zwey Planiglobien und zwey Sternkegel. Leipzig 1777. 8. **Chriſt. Gottl. Semmlers** Aſtrognoſia noua oder ausführliche Beſchreibung des ganzen Fixſtern= und Planetenhimmels mit 35 Figuren der Sternbilder. Halle 1742. 8. **Wiedeburg** Einleitung zur Aſtrognoſie nach den Homanniſchen Himmelscharten. Jena 1745. 8. **Joh. Wolfg. Müllers** Anweiſung zur Kenntniß und dem Gebrauche der künſtlichen Himmels= und Erdkugel, beſonders in Rückſicht auf die neueſten Nürnberger Globen. Nürnberg 1791. 8. **Bodens** Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Berlin 1792. gr. 8. 6te Aufl.

Aſtrologie, Sterndeutekunſt (aſtrologia iudiciaria, aſtrologie) iſt eine vermeinte Wiſſenſchaft, aus dem Stande der Geſtirne die menſchlichen Schickſale zu enträthſeln. Der wahnwitzige Gedanke, daß der Stand der Geſtirne auf die Bildung, Sitten und überhaupt alle Schickſale der Menſchen einen ſehr großen Einfluß habe, iſt ſehr alt. Selbſt die übrigen Wahrſagerkünſte ſcheinen aus der Sterndeutekunſt entſproſſen zu ſeyn, indem z. B. in der Chiromantie und Punktirkunſt lauter aſtronomiſche Wörter gebräuchlich ſind. Die alten Schriftſteller bezeugen einſtimmig, daß die Aſtrologie von den **Chaldäern** ihren Urſprung habe, und daß ſie von dieſen unter andere Völker iſt verbreitet worden. So lehret **Phavorinus** bey dem **Gellius** *): dicebant chaldaei, iſto modo coeptam fieri obſeruationem, vt animaduerteretur, quo habitu, quaque poſitura ſtellarum aliquis naſceretur: tum deinceps

*) Noct. Attic. L. XIV. cap. 1.

ceps ab ineunte vita, fortuna eius et mores, et ingenium et circumſtantiae rerum negotiorumque, ad poſtremum etiam finis vitae expectaretur; eaque omnia, vt vſu venerant, litteris mandarentur: ac poſtea longis temporibus, cum ipſa illo eodem in loco eodemque habitu forent, eademque ceteris quoque euentura exiſtimarentur, qui eodem tempore nati fuiſſent. Es werden daher auch die Sterndeuter von den ältern Schriftſtellern immer chaldaei genannt. Da ſich nachher vermuthlich die übrigen Wahrſagerkünſte mit der Sterndeutekunſt vergeſellſchafteten, und diejenigen, welche ſich damit abgaben, ſich ein mathematiſches Anſehen gaben, ſo wurden ſie mathematici genennet *). Dieſen Nahmen hatten ſie vorzüglich unter den römiſchen Kaiſern, und ſelbſt dieſe legten anfänglich den Wahrſagereyen vielen Werth bey. So hatte ſelbſt der berüchtigte **Tiberius** den Sterndeuter **Thraſyllus** beſtändig zu ſeinem Geſellſchafter, um ihm täglich zu wahrſagen. Da aber dieß Unweſen von Tage zu Tage ſo ſtieg, daß man ſogar Gefahr fürs gemeine Wohl daraus befürchtete, ſo vertrieb ſie **Tiberius** ſelbſt aus Rom β), und unter dem Kaiſer **Claudius** γ) wurde wegen der Vertreibung der ſo genannten mathematicorum ein heftiges ſenatusconſultum abgefaßt. Auch in dem Codex im 9ten Buche tit. 18. werden die mathematici den maleficis gleich geachtet, jedoch aber in lege 2. von den wahren mathematicis unterſchieden. So wahnwitzig auch die Sterndeutekunſt war, ſo hat ſie doch viel zur Vervollkommenung der Aſtronomie beygetragen, indem die Aſtrologen vorzüglich aufmerkſam ſeyn mußten, den Stand der Geſtirne zu beobachten.

In dem 12ten Jahrhunderte wurde die Aſtronomie und mit dieſer zugleich die Aſtrologie unter den Arabern aufbewahret. So erzählet **Joſeph Scaliger** δ) aus dem Rigordo,

α) *Gellius* Noct. Attic. Lib. I. cap. 9.

β) *Dio Caſſius* L. LVII. p. 609. 612. *Sueton* vita Tiber. cap. 36. *Tacitus* Annal. II. cap. 32.

γ) *Tacit* Annal. XII. c. 52.

δ) In prolegom. ad Manil. p. 9.

gordo, daß im Jahre 1179 alle orientaliſche, chriſtliche, jüdiſche und arabiſche Aſtrologen Briefe in alle Länder umher geſendet hätten, worin ſie geweiſſaget, daß ſieben Jahre darauf, oder im Jahre 1186. dem menſchlichen Geſchlechte ein Untergang durch fürchterliche Gewitter und Winde bevorſtünde, ſo daß alles dadurch in Schrecken verſetzet worden ſey. Unter den Arabern, welche von der Aſtrologie gehandelt haben, ſind vorzüglich zu bemerken **Haly Abenragel**, welcher acht Bücher von den Geſtirnen hinterlaſſen hat [α]), und **Alcabitius** [β]). So ſehr auch in den damahligen Zeiten die Aſtrologie im Werthe war, und ſelbſt die Beförderer der Aſtronomie im 15ten Jahrhunderte, wie z. B. **Joh. Jovian. Pontanus** und andere, dieſelbe hoch ſchätzten, ſo ſuchte doch ſchon **Pico**, Graf von Mirandula den alten eingewurzelten Irrthum der Aſtrologen, daß die Stellungen der Geſtirne einen Einfluß auf die menſchlichen Schickſale hätten, mit Gründen zu widerlegen. Allein die große Liebe zur Aſtrologie vermochte nicht, dieſen Gründen Eingang zu verſchaffen. Im 16ten Jahrhunderte waren vorzüglich ſtarke Vertheidiger der Aſtrologie **Lucas Gauricius, Hieronymus Cardanus, Cyprian Leovitius, Joachim Heller** und andere mehr. Von allem Aberglauben handelt **Caſpar Peucer** [γ]) mit vieler Gelehrſamkeit. Selbſt im vorigen Jahrhunderte beſchäfftigten ſich noch die berühmteſten Aſtronomen mit der Sterndeutekunſt, und legten ihr einen großen Werth bey, wie man in **Keplers** [δ]) verſchiedenen Schriften finden kann. Auch dieſer große Aſtronom vertheidigte die Aſtrologie. **David Origanus** [ε]) in ſeinen Ephemeriden

α) De iudiciis aſtrorum octo libri lati. editi cum excerptis et tractatibus Meſſalae, Alkindi, Albenait, Omar, Zahal, ab *Antonio Stupa* et *Petro Lichtenſtein.* Baſil. 1571. fol.

β) Iſagoge aſtrologica cum commentario *Valent. Nabod.* Colon. 1560. 4. Opera aſtrologica cum expoſitione *Ioannis de Saxonia.* Venetiis 1491.

γ) Tractat. de praecipuis diuinationum generibus. Viteberg 1560. 8.

δ) Harmonicae libri V. in lib. IV. integro, praecipue c. 7. Lincii 1619. fol. Libelli tres de cometis; aſtronomicus, phyſicus et aſtrologicus Auguſt. Vindel. 1619. 4.

ε) Ephemerides aſtronomicae. Francof. ad Oder. 1609. III. Tomi in 4.

meriden, vom Jahre 1595 bis 1630, handelt in der Einleitung beſonders auch von der Aſtrologie, und **Johann Baptiſta Morinus** α) ſuchte ſogar dieſelbe aus phyſiſchen und mathematiſchen Gründen zu beweiſen. Sein Werk kam erſt nach ſeinem Tode heraus, und es wird erzählet, daß hierzu die Königinn von Polen, Maria Ludovica von Gonzaga, 2000 Thaler hergegeben habe. Zu Ende des vorigen Jahrhundertes, im Jahre 1699, wurde endlich der aſtrologiſche Aberglaube dadurch in etwas herabgewürdiget, daß durch ein beſonderes Edikt verboten wurde, dergleichen in den verbeſſerten Calendern zu erwähnen. Auch die meteorologiſchen Weiſſagungen, welche man noch hier und da in Calendern antrifft, haben keinen Glauben mehr, weil ſie auf keinem wahren Grunde beruhen, und längſt ſchon durch die Erfahrung widerleget ſind. Ueberhaupt wurde ſchon nach **Newtons** Entdeckung der Geſetze der allgemeinen Anziehung der Himmelskörper gegen einander die Aſtrologie verachtet, und jetzt, nachdem das kopernikaniſche Syſtem ſo gut als mathematiſch bewieſen iſt, fällt gar keinem Vernünftigen mehr ein, nur einen geringen Werth in die Aſtrologie zu ſetzen. Herr Hofrath **Käſtner** β) hat daher auch die Frage aufgeworfen, ob die Aſtronomen Recht daran gethan haben, daß ſie ſo ehrlich geweſen ſind, die Aſtrologie aufzugeben?

Aſtronomie, Sternkunde (aſtronomia, aſtronomie) iſt die Wiſſenſchaft, welche die Geſetze von der Bewegung, Entfernung und Größe der Himmelskörper und der daher rührenden Erſcheinungen erkläret. Sie wird in die **ſphäriſche** und **theoriſche** eingetheilet. Die ſphäriſche Aſtronomie beſchäfftiget ſich bloß mit den Geſetzen der Erſcheinungen der Himmelskörper, ſo wie ſie dem beobachtenden Auge gleichſam an einer hohlen ſcheinbaren Kugel angeheftet vorkommen; die theoriſche Aſtronomie hingegen zeiget die Geſetze der wahren Bewegungen, Entfernungen und Größen der Himmelskörper. Hierzu wird endlich noch die

α) Aſtrologia gallica. Hagae Com. 1661. fol.
β) Schriften der götting. deutſch. Geſellſchaft. II. Samml.

phyſiſche Aſtronomie geſetzet, als welche ſich mit den wahren Urſachen der Geſetze über die Bewegungen der Himmelskörper beſchäfftiget. Dieſe Eintheilung iſt allerdings der Natur der Sache gemäß, indem es natürlich iſt, daß die Bewegung der am Himmel ſchimmernden Körper, beſonders aber der Sonne und des Mondes, die Aufmerkſamkeit der Menſchen zuerſt rege machen muß. Ob man ſich nun gleich anfänglich zu überreden ſcheinet, daß alle dieſe Himmelskörper vom Auge des Beobachters gleich weit entfernet wären, ſo geben doch nachher beſondere Beobachtungen Veranlaſſung, mittelſt mathematiſcher Principien, anderweitige Unterſuchungen anzuſtellen, und daraus nicht allein die wahren Entfernungen der Himmelskörper von einander, ſondern auch ihre Größen und die Geſetze ihrer Bewegungen zu entwickeln. Es wird ſodann dem Beobachter der Gedanke von ſelbſt aufſteigen, welche Urſachen dieſe Bewegungen hervorbringen möchten.

Die Aſtronomie iſt eine von den Wiſſenſchaften, welche in den allererſten Zeiten iſt getrieben worden. Denn die älteſten Schriftſteller ſind Zeuge, daß die Menſchen ihre Geſchäffte nach dem Laufe der Himmelskörper geordnet haben. Und wie könnte ſich jemand überreden, daß niemand nur einige Aufmerkſamkeit auf Himmelsbegebenheiten, wie z. B. Sonn- und Mondfinſterniſſe, gerichtet hätte? **Friedrich Weidler** [α]), **Bailly** [β]) und **Montucla** [γ]) haben die Geſchichte der ältern Aſtronomen erzählet. Die älteſten Nachrichten, welche von den aſtronomiſchen Beobachtungen aufbehalten ſind, ſind die **ſineſiſchen**. Die Geſchichte der ſineſiſchen Aſtronomen erzählet vorzüglich **P. Gaubil** [δ]), welche

Souciet

α) Hiſtoria aſtronomiae. Vitembergae 1741. 4.

β) Hiſtoire de l'aſtronomie ancienne. Par. 1775. **Bailly** Geſchichte der Sternkunde des Alterthums überſetzt von D. Chriſtian Ernſt Wünſch. Leipzig 1777. 8. *Bailly* hiſtoire de l'aſtronomie moderne. 1779. überſetzt von Bartels. Leipzig 1796 u. 97. 2 Bände. 8.

γ) Hiſtoire des mathematiques. Paris 1758. 4.

δ) Hiſtoria aſtronomiae Sinenſis.

Souciet [α]) in ſeinen aſtronomiſchen Beobachtungen der Sineſer im II. Tom. eingerückt hat. Auch die Patriarchen, nach der Erzählung Moſes, haben ſich mit der Aſtronomie beſchäfftiget. Von den Chaldäern findet man erſt zuverläſſige Nachrichten, vom **Ptolemäus** [β]) angeführet, bis zum Jahre 726 vor Chriſti Geburt. Von den Aegyptiern erzählet **Diogenes Laertius** [γ]), daß ſie lange vor den Zeiten Königs Alexanders des Großen 363 Sonnen- und 832 Mondfinſterniſſe beobachtet hätten. Vorzüglich merkwürdig iſt es, daß ſchon die Aegyptier bewieſen, Merkurius und die Venus bewegten ſich in eigenen Kreiſen um die Sonne [δ]). Auch ihre Pyramiden beweiſen Einſichten der Aſtronomie, indem ihre Seiten genau nach den vier Hauptgegenden der Welt gerichtet waren. Was die Phönicier betrifft, ſo beweiſen ihre angeſtellten Schifffarthen Kenntniſſe in der Aſtronomie. Bey alle dem waren aber doch die aſtronomiſchen Kenntniſſe dieſer alten Völker, wie man ſich leicht einbilden kann, noch nicht groß. Sie ſchränkten ſich vermuthlich nur auf die ſcheinbare Bewegung der Himmelskörper ein, und ſuchten hieraus die merkwürdigen Begebenheiten und ihre Wiederkehr zu beſtimmen, um die Geſchäffte gehörig darnach zu ordnen. Vorzüglich in Griechenland fieng man an, mit größerem Fleiße die Aſtronomie zu treiben. **Thales Mileſius**, der bekannte Stifter der joniſchen Schule, war der erſte, welcher die wahren Gründe der Aſtronomie fortſetzte. Er und ſeine Nachfolger in der joniſchen Schule, als **Anaximander**, **Anaximenes**, **Anaxagoras**, **Pericles** und **Archelaus** lehreten ſchon, daß unſere Erde ein kugelartiger Körper ſey, welcher ſich um den Himmel herum bewege.

α) Obſervations mathematiques, aſtronomiques, geographiques, chronologiques et phyſiques, tirées des anciens livres chinois, ou faites nouvellement aux Indes à la Chine et ailleurs par les pères de la comp. de Jeſus, publiées par *Etienne Souciet*. Pariſ. 1732. Tomi III. 4 maj.

β) Almageſtum. Lib. IV. c. 6.

γ) In prooemio operis de vitis philoſophorum.

δ) *Macrobius* in ſomnium Scipionis. L. I. c. 19.

Auch **Pythagoras** und ſeine Anhänger, **Empedokles, Philolaus Crotoniates, Eudoxus Cindius** lehreten die wahre Weltordnung. Ungefähr 432 Jahr vor Chriſti Geburt beſchäfftigten ſich vorzüglich mit dem Lauf der Sonne **Phainus, Meton** und **Euctemon**, und ſuchten dadurch die Jahreszeiten gehörig einzutheilen. Zu den Zeiten dieſer drey Weltweiſen ward auch **Democritus** berühmt, welcher das Mondjahr auf 355 Tage und das Sonnenjahr auf 365¼ Tage ſetzte. Vorzüglich berühmt iſt aber Democrit durch die Einführung der ſo genannten Atomen geworden (ſ. **Atomen**). **Plato** und **Ariſtoteles** waren ebenfalls große Liebhaber der Aſtronomie, nur beſchäfftigten ſie ſich mehr mit der Philoſophie. Große Erweiterungen erhielt die Aſtronomie nach der Errichtung der alexandriniſchen Schule. Vorzügliche Beobachtungen an den Fixſternen ſtellten die beyden Männer **Timocharis** und **Ariſtyllus** an, deren Schriften jedoch verloren gegangen ſind. **Ariſtarch** von Samos bemühete ſich, die Größe und die Entfernungen der Sonne und des Mondes zu beſtimmen. **Euklides**, das Muſter der Geometer, beſchäfftigte ſich auch mit der Aſtronomie und beſonders mit der geraden und ſchiefen Aufſteigung der Geſtirne; **Eratoſthenes** ſuchte zu beweiſen, daß die Sonne von der Erde um 804000000, und der Mond um 780000 Stadien entfernet wäre. Vorzüglich merkwürdig iſt **Hipparchus**, welcher nicht allein den ungleichen Lauf des Mondes in ſeiner Bahn, ſondern auch die Lage der Sonnenbahn und das Vorrücken der Nachtgleichen entdeckte. Auch die Länge des Sonnenjahres ſetzte er auf 365¼ Tage, und war zugleich der erſte, welcher es unternahm, die Fixſterne in ein Verzeichniß zu bringen. **Geminus** entwarf die erſtern Gründe der Aſtronomie vollſtändiger und richtiger, als alle ſeine Vorgänger. Im zweyten Jahrhunderte trat einer von den berühmteſten Aſtronomen, nämlich **Claudius Ptolemäus** hervor, welcher beſonders die Beobachtungen **Hipparchs**, theils durch ſeine eigenen theils auch durch andere, verbeſſerte, berechnete Tabellen über den Lauf des Mondes,

der Sonne und der übrigen Planeten, und vermehrte das Verzeichniß der Geſtirne, welches Hipparch entworfen hatte. Alles dieß brachte er zuſammen in ein einziges Werk, das er *μεγάλη σύνταξις* nannte und in 13 Bücher getheilet iſt. Die Araber belegten dieß Werk, da ſie es im Jahre 827 in ihre Sprache überſetzten, mit dem Nahmen Almageſtum. Die Theorie in ſelbigem bezieht ſich auf die Hypotheſe, daß die Erde im Mittelpunkte der Welt unbeweglich ſey, und die übrigen Himmelskörper um ſelbige herum geführet werden. Daher heißt ſie auch noch bis jetzt die **ptolemäiſche Weltordnung**. Nachher wurde in einem langen Zeitraume, bis zum neunten Jahrhunderte, nichts von Wichtigkeit in der Aſtronomie gethan. Erſt von dieſem Jahrhunderte an wurde die Aſtronomie gleichſam von neuem von den Arabern oder Saracenen getrieben, jedoch aber in ſelbiger weiter keine großen Fortſchritte gemacht, weil im Grunde die Aſtrologie mehr als die Aſtronomie galt. Zwar iſt nicht zu läugnen, daß einige Califen, unter andern **Abu Jaafar Almanſur, Abdalla Almamon** u. ſ. große Freunde der Wiſſenſchaften waren, und ſie auf alle mögliche Art unterſtützten, und daß verſchiedene arabiſche Aſtronomen griechiſche Werke in ihre Sprache überſetzten. Auch **Muhammed Ebn Muſa** berechnete aſtronomiſche Tafeln, welche unter dem Nahmen **Alſendhend** lange Zeit im Gebrauche geweſen ſind. Von den Arabern wurde im 12ten und 13ten Jahrhunderte die Aſtronomie auf die Europäer gebracht; und eben daher rühren noch die verſchiedenen übergetragenen arabiſchen Kunſtwörter, als Zenith, Nadir, Azimuth, und die Benennungen der verſchiedenen Sterne als Alcor, Algal, Scheat, Aldebaran u. d. gl. In der Mitte des 13ten Jahrhundertes unternahm es der König **Alphonſus X**, von den berühmteſten Aſtronomen Tafeln zu berechnen, welche unter dem Nahmen **alphonſiniſche Tafeln** berühmt geweſen ſind.

In der Mitte des 15ten Jahrhunderts wurde die Aſtronomie vorzüglich durch **Georg Purbach** in Deutſchland

mit dem größten Eifer betrieben, und von ſeinem Schüler, **Johann Müller Regiomontan**, mit Lebhaftigkeit fortgeſeßet. Dieſe beiden großen Männer ſtellten wichtige Beobachtungen an, berechneten daraus Tabellen und Ephemeriden, und erweiterten dadurch die aſtronomiſchen Kenntniſſe. Am Ende dieſes Jahrhunderts beſorgte auch **Johann Lucilius Santritter** Ephemeriden ſ. Almanach perpetuum, worin er auch zugleich die Stellen angibt, wo die Planeten nach einigen Jahren wieder zuſammen kommen. Im 16ten Jahrhunderte, ungefähr um das Jahr 1530, wurde von **Nikolaus Copernikus** die ſchon von den Pythagoräern angenommene Weltordnung gegen den Ptolemäus beſtritten, welche zwar wegen einiger mißverſtandener Stellen in der heiligen Schrift vielen Widerſpruch fand, zuleßt aber doch einen allgemeinen Sieg erhielt. Im Jahre 1536 gab **Johann Carion** vom Jahre 1536 bis 1550 Ephemeriden heraus, und im Jahre 1556 erweiterte **Cyprian Leovitius**, nach Maßgabe der alphonſiniſchen Tabellen, die Ephemeriden bis 1606. Im Jahre 1561 bis 1592 ließ der Marggraf von Heſſen, **Willhelm IV**, ein Obſervatorium erbauen, und ſtellte mit ſeinen Aſtronomen, **Chriſtoph Rothmann**, Beobachtungen, vorzüglich über verſchiedene Fixſterne, an. **Tycho de Brahe** war vorzüglich bemühet, verbeſſerte Inſtrumente zu Beobachtungen zu gebrauchen. Seine, mit dem größten Fleiße angeſtellten Beobachtungen gaben vorzüglich dem großen würtenbergiſchen Aſtronomen, **Johann Kepler**, im Anfange des 17ten Jahrhunderts, Veranlaſſung, die Geſeße der Planetenbahnen zu entdecken. Der Zeitgenoſſe Keplers, **Galileus**, machte mit Hülfe der erfundenen Fernröhre die wichtigſten Beobachtungen, die ihn auch bewogen, das kopernikaniſche Weltſyſtem mit dem größten Nachdrucke zu vertheidigen. **Carteſius** fing nun an Gründe über den Planetenlauf aufzuſuchen, und nahm die Hypotheſe an, daß die Planeten im Wirbel ſich herum dreheten, und auf dieſe Weiſe gleichſam fortgeſchleudert würden. Die theoriſche

Aſtrono-

Aſtronomie wurde überhaupt, von Keplern an, mit größerem Fleiße als vorher getrieben, und **Johann Hevel, Baptiſta Riccioli, Franciſcus Maria Grimaldus** und andere erweiterten ſie immer mehr. Doch waren ihnen die wahren Geſetze von den Bewegungen der Himmelskörper noch nicht bekannt. **Newton** endlich war es vorbehalten, dieſe wichtige Entdeckung zu machen. Er erwies mit Hülfe der erhabenen Mathematik, daß nicht allein, wegen der allgemeinen Anziehung der Weltkörper unter einander, Keplers Geſetze der Planetenbahnen vollkommen richtig wären, ſondern er wagte ſogar, die Größen und Dichtigkeiten der Himmelskörper zu beſtimmen. Erſt nach dieſen wichtigen Entdeckungen war man im Stande, die ſchon längſt bemerkten Ungleichheiten und Abweichungen der Himmelskörper in ihrem Laufe mit Gründen einzuſehen, und ſie durch Anwendung der mathematiſchen Principien zu verbeſſern. Dadurch erhielt aber auch das coperinicaniſche Weltſyſtem immer mehr Feſtigkeit, bis es endlich durch die von **Bradley** im Jahre 1725 entdeckte Abirrung des Lichtes (m. ſ. **Abirrung des Lichtes**) zur völligen Wahrheit erhoben iſt. Aus den **newtonſchen** Geſetzen, mittelſt der Analyſe, berechnete auch der berühmte göttingiſche Aſtronom, **Tobias Mayer**, die genugſam bekannten Mondstafeln. Ueberhaupt wurden nun die Aſtronomen immer eifriger, mit Verachtung der ſonſt ſo ſehr beliebten Aſtrologie, durch Hülfe verbeſſerter Fernröhre und Teleſkope die Aſtronomie immer mehr zu vervollkommenen. Vorzüglich aufmerkſam waren die größten Aſtronomen auf die Durchgänge der Venus durch die Sonnenſcheibe in dem Jahre 1761 und 1769. Denn vermöge dieſer Erſcheinung gelang es denſelben, die Horizontalparallaxe der Sonne genauer, als es ſonſt geſchehen war, zu beobachten, wodurch die Entfernung und wahre Größe der Sonne viel beſtimmter berechnet werden konnte. Durch die größte Vollkommenheit der Spiegelteleſkope, welche ein Deutſcher, Nahmens **Herſchel**, in England mit ungeheurem Koſtenaufwande und beynahe unglaublicher

licher Mühe denſelben gab, iſt die Aſtronomie mit den wi
tigſten Entdeckungen bereichert worden. So entdeckte H
ſchel im Jahre 1781 den ſechſten Planeten, und nach
noch zwey Saturnusmonde und zwey Uranusmonde.
Anſehung der Firſterne hat man jedoch bey dieſen vollko
menſten Werkzeugen noch gar keine Vergrößerung wa
nehmen können, woraus denn natürlich folget, daß di
von unſerer Erde ſehr weit entfernet ſeyn müſſen. D
leitet auf den kühnen Gedanken, daß ein jeder Firſtern
eigenes Sonnenſyſtem ausmache, und was fühlet dabey d
Herz der armen Erdbewohner, gewiß tiefe Verehrung deſſe
der alles dieß geſchaffen hat. Auch der Herr Oberamtman
Joh. Hieron. Schröter in Lilienthal, hat die Aſtronom
ungemein bereichert, wovon unter den folgenden hierher g
hörigen Artickeln weiter gehandelt werden ſoll.

Die vorzüglichſten neuern Lehrbücher über die Aſtron
mie ſind folgende:

Aſtronomie, par Mr. *de la Lande*. Paris 179
To. I–III. 4 maj. Tom. IV. 1781. Von den Weltkö
pern zur gemeinnützigen Kenntniß der großen Werke Go
tes, verfaſſet von **N. Schmid**. Leipzig 1789. 8. Einle
tung in die aſtronomiſchen Wiſſenſchaften von **Lamp. Hein**
Röhl, Th. I. Greifsw. 1768. 8. Th. II. Greifsw. 1779.
Anfangsgründe der angewandten Mathematik von **Ab**
Gottl. Käſtner, II. Th. II. Abtheil. Göttingen 1792.
Deſſelben aſtronomiſche Abhandlungen zu weiterer Ausfüh
rung der aſtronomiſchen Anfangsgründe. Götting. 1772–177
8. I. u. II. Samml. **Joh. Elert Bode** Erläuterun
der Sternkunde. Berlin 1792. 8. II Theile. Cosmologiſch
Unterhaltungen von **Wünſch**, I. Band. Leipzig 1791.
Ein vollſtändiges Verzeichniß aſtronomiſcher Bücher liefe
Herr Prof. **Scheibel** in der Einleitung zur mathemat
ſchen Bücherkenntniß, dritter Band, 13tes bis 17tes Stück
Breslau 1784–1787. 18tes Stück 1789. 8.; auch beſonder
Joh. Ephraim Scheibels aſtronomiſche Bibliographie
1–3te Abtheil. Breslau 1784–1789. 8. Jedoch geht das Ve
zeichni

zeichniß nur bis zum Jahre 1615. Recueil pour les aſtronomes par *I. Bernoulli* To. I-III. Berlin 1771-1776. Die beſten aſtronomiſchen Tafeln ſind unter der Aufſicht der königl. preußiſchen Akademie der Wiſſenſchaften zu Berlin 1776. in 3 Oktavbänden veranſtaltet worden; auch mit dem franzöſiſchen Titel recueil des tables aſtronomiques.

Aſtronomiſches Fernrohr ſ. **Fernrohr.**

Athmen, Athemhohlen (reſpiratio, reſpiration) beſteht in einer wechſelſeitigen Erweiterung und Verengerung der Bruſt bey Menſchen und Thieren, um die zum Leben nothwendige Luft einzuſaugen und wiederum auszuſtoßen. Die mechaniſchen Wirkungen des Athemhohlens, wovon hier nur geredet werden kann, beſtehen bloß darin, daß die Lungenbläschen durch das Ein- und Ausathmen wechſelſeitig erweitert und verengert werden, um die atmoſphäriſche Luft einzulaſſen, und wenigſtens einen Theil wieder auszuſtoßen. Dadurch müſſen aber nothwendig die in der Lunge befindlichen Blutgefäße bald geſpannt, bald wieder erſchlafft werden. Daher ſowohl, als auch vielleicht noch mehr durch Zuführung eines Theils der eingeathmeten atmoſphäriſchen Luft, müſſen im thieriſchen Körper Wirkungen erfolgen, die zum Leben nothwendig ſind. Die Erfahrung lehret aber wirklich, daß das Athmen dem Körper einen heilſamen Theil der atmoſphäriſchen Luft zuführen, einen andern ſchädlichen Theil aber ausführen müſſe, weil lebendige Thiere in engeingeſchloſſenen Behältniſſen nach einer gewiſſen Anzahl von Athemzügen mit Verzuckungen ſterben, und die in ſelbigen befindliche Luft höchſt verderblich wird, ſo daß ein anderes Thier darein gebracht augenblicklich das Leben verlieret. Mit Uebergehung aller der Meinungen, nach welchen das Athmen als ein phlogiſtiſcher Proceß angeſehen wird, will ich kurz anführen, wie es nach dem neuern Syſtem erkläret werde. Es iſt nunmehr eine ausgemachte Thatſache, daß das Stickgas durch die bekannten Proceſſe, wie man ſonſt glaubte, nicht erſt erzeuget, ſondern daß es nur abgeſchieden werde. (m. ſ. **Gas, Stickgas**). Daher

iſt es unläugbar, daß beym Einathmen der atmoſphäriſchen Luft dieſelbe zerſetzet werde, indem nämlich die Sauerſtoff-luft dem Körper zugeführet und die Stickluft durch das Ausathmen wieder ausgeſtoßen wird. Die Erfahrung beſtätiget folgende Sätze: 1) Das Athmen iſt mit der Cirkulation des Blutes in dem genaueſten Verhältniſſe; es iſt daher beſtändig das Athmen deſto ſchneller, je ſchneller der Puls ſchlägt, und umgekehrt. Gewöhnlich werden während des Einathmens und Ausathmens 4 bis 5 Pulsſchläge gezählet, und es ſteht die mittlere Zahl der Pulsſchläge mit der Zahl der Athemzüge in einer gegebenen Zeit im Verhältniſſe. 2) Das Blut, welches aus der rechten Herzkammer durch die Lungenpulsader in die Lunge kömmt, ſieht ſchwarz aus; dasjenige aber, welches aus der Lunge, durch die Lungen-Vene in die linke Herzkammer kömmt, ſieht roth aus. Es wird demnach durch das Athemhohlen das ſchwarze Blut in rothes verwandelt. 3) Die Menge der ausgeathmeten Luft iſt nie der Menge der eingeathmeten gleich. Beym Athemhohlen geht $\frac{1}{60}$ bis $\frac{1}{50}$ verloren. 4) Wenn ein erwachſener Menſch eines natürlichen Todes geſtorben iſt, ſo enthält die Lunge im Zuſtande des völligen Ausathmens im Durchſchnitte 109 Cubikzolle Luft. Nach genauen Verſuchen des Herrn **Menzies** [α]) beträgt die Menge Luft, welche auf ein Mahl eingeathmet wird, 40 Cubikzolle; demnach enthalten die Lungen nach dem Einathmen 149 Cubikzolle Luft, und es verhält ſich die Ausdehnung der Lungen nach dem Ausathmen, zur Ausdehnung derſelben nach dem Einathmen = 109 : 149, oder wie 4,7769 : 6,5299; folglich iſt der Unterſchied 1,7530, und noch nicht ein Mahl 2 Cubikzoll; es kann daher die Wirkung der Ausdehnung auf die Blutgefäße in der Lunge nicht ſo beträchtlich ſeyn, wie **Haller** [β]) angenommen hat, der Zweck des Athemhohlens

α) Tentamen phyſiologicum de reſpiratione. Edinb. 1790. im Auszuge in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 107. u. f.

β) De part. corp. humani fabrica et funct. edit. Bernae et Lauſannae T. VII. 1778. 8. lib. VIII.

lens iſt folglich nicht ſowohl die Ausdehnung der Lunge, ſondern vielmehr die Zerſetzung der eingeathmeten atmoſphäriſchen Luft. 5) Die atmoſphäriſche Luft beſteht gemeiniglich aus 27 Theilen Sauerſtoffgas, 72 Theilen Stickgas, und aus 1 Theile kohlengeſäuerten Gas. Durch das Athemhohlen wird die Menge des kohlengeſäuerten vermehrt, die Menge des Sauerſtoffgas nimmt ab und die Stickluft bleibt unverändert. Da nun ein erwachſener Menſch jedesmahl 40 Cubikzolle Luft einathmet, und in jeder Minute dieſes 18 Mahl erfolget, ſo athmet er in jeder Minute 18 $\times$ 40 = 720 Cubikzoll Luft ein. Nun enthalten dieſe 720 Cubikzolle $\frac{27}{100}$. 720 = 194,4 Cubikzoll Sauerſtoffgas, welches durch das Athemhohlen verändert wird. Bey jedem Athemzuge werden 0,05 Theile der eingeathmeten atmoſphäriſchen Luft in Kohlenſäure verwandelt; mithin erzeugen ſich in jeder Minute in der Lunge eines erwachſenen Menſchen 36 Cubikzolle kohlengeſäuertes Gas, und in einem Tage 51840 Cubikzolle, welches beynahe 4 Pfund beträgt. 6) Wenn ein und dieſelbe Luft eine Zeitlang ein- und ausgeathmet wird, ſo wird die Menge des Sauerſtoffgas immer geringer, hingegen die Menge des kohlengeſäuerten Gas immer größer, und zuletzt wird die Luft zum Athemhohlen ganz untauglich. Das kohlengeſäuerte Gas iſt aber nur ſchädlich, in wie fern es durch ſeine Schwere das Eindringen des Sauerſtoffgas in die Lunge verhindert. 7) Ein Theil des Sauerſtoffgas wird beym Einathmen in Waſſer verwandelt, und geht als ſolches beym Ausathmen fort. Wenn die Wärme unter 40 Grad nach Reaum. iſt, ſo iſt dieſes Waſſer ſichtbar. Aus dieſen unläugbaren Erfahrungen folget, daß kein Thier ohne Sauerſtoffgas leben kann. Es wird alſo zum Leben der Thiere nothwendig erfordert, daß das Blut derſelben von Zeit zu Zeit, mittelbar oder unmittelbar, mit dem Sauerſtoffe, oder mit der atmoſphäriſchen Luft, welche Sauerſtoffgas enthält, in Berührung komme. Bey alle dem ſind doch noch die Antiphlogiſtiker über die Lehre des Athemhohlens unter ſich nicht einerley Meinung.

Nach **Lavoiſier** und **Crawford** verbindet ſich der Sauerſtoff mit dem venöſen Blute nicht, ſondern es ſondert ſich aus demſelben beym Athemhohlen gekohltes Waſſerſtoffgas ab, und verbindet ſich mit dem Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft; ferner vereiniget ſich der Kohlenſtoff mit dem Sauerſtoffgas, und daher entſtehet das kohlengeſäuerte Gas, das ſich beym Ausathmen findet; aus der Verbindung des Waſſerſtoffgas mit dem Sauerſtoffgas der Atmoſphäre entſtehen Waſſerdämpfe, welche beym Ausathmen erfolgen; und endlich rühret die veränderte Farbe des Blutes, aus der ſchwarzen in die rothe, ganz allein von dem Verluſte des gekohlten Waſſerſtoffs her. **Girtanner** *) hingegen hat eine andere Theorie des Athemhohlens verſuchet und mit vielen Verſuchen unterſtützet, welche ergeben, daß wirklich eine Verbindung des Sauerſtoffs mit dem venöſen Blute geſchehe, und daß vorzüglich daher die Röthe des Blutes entſtehe. Die Theorie iſt kurz folgende: Beym Athmen wird das Sauerſtoffgas der atmoſphäriſchen Luft zerſetzt; ein Theil des Sauerſtoffes geht mit dem venöſen Blute in Verbindung über, und gibt dadurch demſelben die rothe Farbe; ein anderer Theil des Sauerſtoffes verbindet ſich mit dem Kohlenſtoffe, welcher aus dem venöſen Blute abgeſondert wird, und erzeuget kohlengeſäuertes Gas; ein dritter Theil des Sauerſtoffes vereiniget ſich mit dem Kohlenſtoffe des ſchwärzlichen Schleims, welche ſich in den Aeſten der Lunge in großer Menge abſondert, und erzeuget ebenfalls kohlengeſäuertes Gas; ein vierter Theil des Sauerſtoffs tritt mit dem Waſſerſtoffgas, das ſich im venöſen Blute abſondert, in eine Verbindung, wodurch Waſſer entſteht, das beym Ausathmen wahrgenommen wird. Der Wärmeſtoff des zerſetzten Sauerſtoffgas gehet theils mit dem einen Theil Sauerſtoff in das venöſe Blut über, und verurſachet, daß die Wärme in dem arteriellen

*) In *Rozier* Journal de Phyſique 1790. Jouin. p. 422 ſq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. III. S. 317 u. f. S. 507 u. f. Girtanner, Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 209 u. f.

arteriellen Blute größer als in dem venöſen iſt, wie Crawford *) bewieſen hat, theils verbindet er ſich mit dem kohlengeſäuerten Gas, und theils mit dem Waſſerdämpfen. Es ſind alſo die Wirkungen des Athemhohlens folgende: 1) Das venöſe Blut verliert gekohltes Waſſerſtoffgas, und ſaugt Sauerſtoffgas ein; hierdurch erhält es eine rothe Farbe, ſo wie die metalliſchen Halbſäuren, das ſalpeterſaure Gas und einige andere Körper, durch ihre Verbindung mit dem Sauerſtoffe eine rothe Farbe erhalten. 2) Durch das Einſaugen des Sauerſtoffgas wird die Fähigkeit des Blutes für die Wärme größer; indem überhaupt die Fähigkeit aller Körper größer wird, wenn dieſelben mit dem Sauerſtoffe verbunden werden. 3) Zum Theil wird das Sauerſtoffgas der Atmoſphäre von dem venöſen Blute aufgenommen; zum Theil wird es durch den Kohlenſtoff des Blutes und den Kohlenſtoff des Schleims der Lunge in kohlengeſäuertes Gas verändert, und zum Theil wird es in Waſſerdampf durch den Waſſerſtoff des venöſen Blutes verwandelt. Die Produkte welche durch das Athemhohlen entſtehen, ſind: 1) arterielles Blut, 2) kohlengeſäuertes Gas, 3) Waſſer, 4) eine kleine Menge ungebundenen Wärmeſtoffs. Der Sauerſtoff, welcher durch das Einathmen ſich mit dem venöſen Blute verbindet, verbreitet ſich durch die Cirkulation in den Arterien durch alle Theile des Körpers. Er vereiniget ſich mit dieſem, wodurch die Wärme frey wird. Daher entſtehet die **thieriſche Wärme**, vermöge welcher die Thiere eine höhere Temperatur haben, als das Mittel, worin ſie leben. Hieraus laſſen ſich folgende Sätze herleiten: je größer die Lunge eines Thieres iſt, deſto größer iſt die thieriſche Wärme und umgekehrt, mithin iſt die thieriſche Wärme derjenigen Thiere, welche keine Lungen haben, ſehr gering; die thieriſche Wärme eines jeden Thieres iſt im ordentlichen Verhältniſſe mit der Menge von Sauerſtoffgas, welche es in beſtimmter Zeit einathmet; in

*) Experiments and obſervations on animal heat, and the inflammation of combuſtible bodies. London 1788. 8.

in einem kalten Mittel athmet ein Thier bey einerley Zeit weit mehr Luſt ein, als in einem wärmern; und ſtärkere Bewegungen in der freyen Luſt verurſachen, daß die thieriſche Wärme zunimmt.

Gegen dieſe Theorien des Athemhohlens hat Herr Gren folgende Einwendungen gemacht: 1) werde von den Antiphlogiſtikern angenommen, daß der Kohlenſtoff die atmoſphäriſche Luft zerſetze, ſich mit ihrem Sauerſtoff verbinde, und dadurch Wärme fühlbar mache. Es wäre daher das Geſchäfft des Athemhohlens eine Art ſchwacher Verbrennung des Carbone. Nach dem eigenen Geſtändniß der Antiphlogiſtiker aber ſoll der Kohlenſtoff das Sauerſtoffgas nicht eher als bey der Glühehitze zerſetzen; folglich könne auch der Kohlenſtoff des Blutes und des Lungenſchleims bey der bloßen Wärme des thieriſchen Körpers mit dem Sauerſtoff nicht kohlengeſäuertes Gas erzeugen. Eben ſo ſey es mit dem Waſſer beſchaffen, welches beym Athemhohlen entſtehen ſoll. Die Antiphlogiſtiker forderten nämlich zur Erzeugung des Waſſers aus Waſſerſtoff und Sauerſtoff eine Glühehitze; mithin könne die Temperatur des thieriſchen Körpers dieß nicht bewirken. — Allein hierauf läßt ſich antworten, daß der Kohlenſtoff und der Waſſerſtoff des Blutes in ganz andern Verhältniſſen angetroffen werden, als die Kohle bey den gewöhnlichen Verſuchen; und es läßt ſich daher leicht gedenken, daß ſie in dieſen Verhältniſſen auch ganz anders wirken müſſen. — 2) läugnet auch Herr Gren, daß das Athemhohlen die eigentliche Quelle der thieriſchen Wärme ſey, er behauptet vielmehr gerade das Gegentheil, und betrachtet die Lunge als das Werkzeug zur Entlaſſung der Wärme aus dem Blute. Er ſagt, man könne mit allem Rechte behaupten, je größer die Wärme des thieriſchen Körpers ſey, deſto mehr müſſe die Lunge arbeiten, um das Blut abzukühlen. Er fragt endlich, was daraus entſtehen würde, wenn ſehr erhitzte thieriſche Körper durch das ſchnelle Einathmen der atmoſphäriſchen Luft verhältnißmäßig noch mehr Hitze erhielten? Auf dieſe Weiſe könnten alſo alle dieſe Thatſachen,

welche für den Urſprung der Wärme aus dem Athmen für angeführet würden, eben ſo wohl als Beweiſe der Abkühlung des Bluts durch das Athmen ausgeleget werden. — Hierauf läßt ſich aber ſo antworten: beym erhitzten Zuſtande des thieriſchen Körpers geſchiehet zwar das Einathmen der atmoſphäriſchen Luft deſto ſchneller, und es muß die thieriſche Wärme zunehmen; allein auf der andern Seite hat auch ſchon die gütige Natur dafür geſorget, daß nicht nur bey heftiger Bewegung, ſondern auch nach Nachlaſſung derſelben die dem thieriſchen Körper ſchädlich werdende Wärme durch andere Wege abgeführet werde, bis alles nach und nach im geſunden Zuſtande des Körpers wieder ins gehörige Gleichgewicht gekommen iſt.

Da es ein unläugbares Geſetz ohne alle Ausnahme iſt, daß kein Thier ohne Sauerſtoff leben kann, ſo ſcheint meiner Meinung nach die Lunge das vorzüglichſte Werkzeug zu ſeyn, wodurch das dem thieriſchen Körper weſentlich zukommende Lebensprincip, oder nach dem jetzigen Ausdruck, die Lebenskraft mittelſt des Sauerſtoffgas beym Einathmen der atmoſphäriſchen Luft gereitzt werde. Ob aber der Sauerſtoff ſich wirklich mit dem venöſen Blute, wie Girtanner glaubt, verbinde, oder ob dieſes nach Lavoiſier Behauptung nicht geſchehe, das läßt ſich bis jetzt noch nicht mit Gewißheit entſcheiden.

Atmometer, Atmidometer, Ausdünſtungsmaß (atmometrum, atmomètre). Ein Werkzeug, die Ausdünſtung des Waſſers zu meſſen. Obgleich alle mögliche Körper in Dampfgeſtalt übergehen können, wozu aber unendlich verſchiedene Grade von Wärme erfordert werden, ſo lehret doch die Erfahrung, daß hierzu das Waſſer vorzüglich geſchickt iſt. Auch unter allen möglichen Temperaturen dunſtet das Waſſer aus. Bey einerley Druck der Atmoſphäre iſt aber die Ausdünſtung deſto größer, je größer der Wärmegrad iſt, und umgekehrt. Daraus läßt ſich alſo ſchon einſehen, daß es mit Schwierigkeiten verbunden iſt, mittelſt dergleichen Werkzeuge richtige Reſultate zu erhalten. Die Abſicht, um die Größe der Ausdünſtung des Waſſers zu beſtimmen,

ſtimmen, kann zweyfach ſeyn; ein Mahl ſie in gewiſſen Jahreszeiten oder auch in einer Reihe von Jahren zu erhalten; das andere Mahl dieſelbe in einem kurzen Zeitraume zu finden. Für beydes ſind eigene Werkzeuge nöthig.

Halley *) bediente ſich folgender Methode, die Größe der Ausdünſtung des Waſſers zu finden: er nahm einen Keſſel von 4 Zoll Tiefe und etwa 8 Zoll im Durchmeſſer; dieſen füllte er mit Waſſer, that ein Thermometer hinein und ſetzte ihn nachher auf ein gelindes Kohlenfeuer. Wenn nun die Wärme ſo hoch geſtiegen war, als ſie in heißen Sommertagen zu ſeyn pfleget, ſo hieng er den Keſſel mit dem Thermometer an eine Wage, und brachte alles ins Gleichgewicht, trug aber dabey Sorge, daß das Waſſer beſtändig einerley Grad Wärme hatte. Während verfloſſener zweyen Stunden waren 233 Gran Waſſer verdunſtet, welche nach ſeiner Rechnung $\frac{1}{53}$ eines engliſchen Cubikzolles betrugen. Dieſes Verfahren gibt aber offenbar kein richtiges Reſultat, wenn daraus beſtimmt werden ſoll, wie viel Waſſer in den heißen Sommertagen ausdunſtet, indem das Waſſer und die Luft nicht einerley Wärmegrad haben. Statt eines Keſſels nahm **Muſchenbroek** β) bleyerne Gefäße von 6 Zollen ins Gevierte. Stellte er dieſe in die freye Luft, ſo fand er die Größe der Ausdünſtung in einem ſolchen Gefäße von 12 Zoll Höhe beträchtlicher, als in einem Gefäße von 6 Zoll Höhe. Aus verſchiedenen ſolchen angeſtellten Beobachtungen hielt er ſich zu ſchließen berechtiget, daß die Größen der Ausdünſtungen ſich zu einander verhielten, wie die Cubikwurzeln der Höhen der Gefäße. Brachte er aber dieſe Gefäße von ungleichen Höhen in ſein Zimmer, ſo bemerkte er keinen merklichen Unterſchied zwiſchen den Größen der Ausdünſtung. Der Grund der verſchiedenen Ausdünſtung des Waſſers in ungleich hohen Gefäßen in freyer Luft liegt bloß in der verſchiedenen Temperatur der Luft, indem das Waſſer im tiefern Gefäße nicht ſo

*) Miſcellanea curioſa. Lond. 1708. 8. To. I. p. 2.

β) Tentamina experimentorum capt. in acad. del Cimento. T. II. p. 62.

ſo ſchnell die Temperatur der äußern umgebenden Luft annimmt, als das Waſſer in weniger tiefen Gefäßen; daraus wird es auch begreiflich, daß der Unterſchied der Größen der Ausdünſtung in dem Zimmer nicht merklich war, weil ſich die Temperatur nur wenig und langſam änderte. Auch **Richmann** [α]) beobachtete die Ausdünſtung in tiefern Gefäßen ſtärker, und ſuchte den Grund hiervon bloß in der verſchiedenen Temperatur der atmoſphäriſchen Luft und des Waſſers. **Wallerius** [β]) ſenkte tiefere und weniger tiefe Gefäße in Thon, um ſie dadurch beſtändig in einerley Temperatur zu erhalten, und fand in Anſehung der Größen der Ausdehnung keinen merklichen Unterſchied. Nach den Verſuchen des Herrn **Cotte** [γ]), welcher hierzu ganz verſchiedene kubiſche Gefäße von verſchiedenem Inhalte wählte, fand die Größen der Ausdünſtung in ganz verſchiedenen Verhältniſſen. **De Sauſſüre** [δ]) beobachtete auch, daß ein Quadratſchuh Waſſerfläche auf einem trockenen Boden ſtärker ausdünſte, als wenn er mitten auf einen Teich oder See gebracht wird. Alle dieſe Beobachtungen ſcheinen auf folgende Regeln hinzuweiſen, wenn man nur einiger Maßen die Größe der Ausdünſtung ziemlich genau beſtimmen will: 1) Man muß die Atmometer aus einerley Materie verfertigen, weil verſchiedene Materien auch verſchiedene Fähigkeiten für die Wärme beſitzen. 2) Muß man zum Ausdünſten Waſſer von gleicher Reinigkeit wählen, weil auch das Waſſer von verſchiedener Reinigkeit ungleiche Wärme annimmt. 3) Muß der Druck der Atmoſphäre einerley ſeyn, weil bey einerley Wärmegrad und verſchiedenem Druck der Atmoſphäre auch die Ausdünſtung verſchieden iſt. 4) Muß das Atmometer mithin aufs Waſſer ſo geſtellet werden, daß das Waſſer im Atmometer

α) Commentat. Petropol. T. XIV. p. 273. Nov. comment. Petrop. T. I. p. 198. T. II. p. 145.

β) Schwediſche Abhandlungen 1746. S. 3. 1747. S. 235.

γ) Journal de phyſique. Octob. 1781.

δ) Eſſai ſur l'hygrometrie, à Neuſchatel 1783. 8 maj. §. 243. Verſuch über die Hygrometrie durch Horaz Bened. de Sauſſüre aus d. Fr. von J. D. T. Leipzig 1784. 8.

mit dem äußern in einerley Horizontalebene lieget, damit es mit dieſem unter einerley Umſtänden ſich befindet. 5) Muß man bey dem Atmometer auch ein Ombrometer oder ein Regenmaß haben, um etwa das aufs Atmometer gefallene Regenwaſſer abziehen zu können.

Will man das Atmometer bloß dazu gebrauchen, um in einer ſehr kurzen Zeit die Größe der Ausdünſtung zu beſtimmen, ſo kann man ſich hierzu leichter und kleiner Gefäße bedienen, welche leicht an einem Wagebalken gewogen werden können. **Richmann** *) beſchreibet zu ſolchen Beobachtungen folgendes Atmometer: das blecherne Gefäß (fig. 24) a b c d, welches oben einen verſchloſſenen Deckel beſitzet, wird voll Waſſer geſchüttet; in dieſem ſchwimmt ein anderes ganz verſchloſſenes aber leeres blechernes Gefäß i, welches zwiſchen den beyden mit Rollen verſehenen Stäben e f und g h auf und nieder ſich bewegen kann, ohne aus der Stelle zu weichen. Oben in dieſem Gefäße ſind drey blecherne Röhren eingelöthet, welche durch den Deckel des Gefäßes a b c d frey hindurch gehen, und das offene Gefäße k tragen, welches mit Waſſer angefüllet worden, das zur Beobachtung der Ausdünſtung beſtimmt iſt. So bald nun von dieſem Waſſer etwas verdunſtet, ſo wird es dadurch leichter, mithin hebt ſich das im Waſſer ſchwimmende Gefäß i und hiermit zugleich das Gefäß k. An der Seite iſt eine Skale d l angebracht, auf welcher durch einen am Gefäß k befindlichen Zeiger die gehobene Höhe des Gefäßes k angezeiget wird. Hat man nun vorher beſtimmt, wie viele Grän ein jeder Theil auf der Skale erfordere, um welchen ſich das Gefäß k heben ſoll, ſo weiß man auch die Größe der Ausdünſtung des im Gefäß k befindlichen Waſſers. **De Sauſſüre** β) bediente ſich bey den Beobachtungen über die Ausdünſtung des Waſſers auf dem Col dû Geant eines eigenen Atmometers.

*) Atmometri ſ. machinae hydroſtaticae conſtructio in Nov. comment. Petrop. T. II. p. 121.

β) Journal de phyſique. To. XXXIV. Mars 1789. p. 161 ſqq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 443 u. f.

mometers. Er wählte nämlich hierzu ein Rechteck von feiner Leinwand 13 Zoll in der Länge und 10 Zoll in der Breite, ſpannte ſelbiges in einen leichten Rahmen, jedoch ſo, daß es ſelbigen nicht berührte. Dieſe ausgeſpannte Leinwand ließ er am Feuer oder in der Sonnenhitze ganz austrocknen, hing ſie ſodann an eine gute Wage und beſtimmte das Gewicht mit dem Rahmen genau; nun befeuchtete er die Leinwand mit einem Schwamm gleichförmig, und brachte ſie wieder auf dieſe Weiſe an die Wage; wog ſie nicht 150 Grän mehr, als getrocknet, ſo befeuchtete er ſie noch mehr; wog ſie aber mehr als 150 Gräne, ſo ließ er ſie an der Wage hängen, bis ſie nicht mehr als 150 Grän Feuchtigkeit hatte. Etwa 6 Zoll weit von der Mitte dieſer Leinwand hieng er ein empfindliches Thermometer und Hygrometer auf, und beobachtete in dem Augenblicke, da die Leinwand 150 Grän Feuchtigkeit hatte, die Thermometer und Hygrometer Grade nebſt der Zeit an einer genauen Uhr, wiederhohlte dieſe Verſuche von 20 zu 20 Minuten ſo lange fort, bis die Leinwand gegen 65 Grän Feuchtigkeit verloren hatte, weil über dieſe Grenze die Verdünſtung wegen der ſtärkern Adhäſion des Waſſers mit der Leinwand aufhört. Hiernach fand er, daß auf dem Col du Geant, wo das Barometer 18 Zoll 9 Linien zeigte, die Wärme mehr als die Trockenheit, in Genf aber, wo das Barometer auf 27 Zoll und 3 Linien ſtand, die Trockenheit etwas mehr als die Wärme auf die Größe der Ausdünſtung wirkte. Dieſe Beobachtungen berechtigten ihn ferner zu ſchließen, daß bey einerley Graden des Thermometers und des Hygrometers auf dem Berge und in der Pläne die Größe der Ausdünſtung auf dem Berge bey einer etwa drey Mahl geringern Dichtigkeit der Luft mehr als doppelt ſo groß iſt, wie in der Pläne, indem auf dem Berge bey dieſen vorausgeſetzten Umſtänden 84 Grän verdunſten würden, wenn in der Pläne nur 37 Grän verdunſteten.

Atmoſphäre (Atmoſphaera, atmoſphère). Hierunter verſteht man überhaupt eine Anhäufung einer feinen flüſſigen Materie, welche einen jeden Körper von allen Sei-

ten umgibt. So ſtellt man ſich z. E. um einen elektriſirten Körper eine elektriſche Materie, um einen Magnet eine magnetiſche Materie, und überhaupt um einen jeden Körper eine feine flüſſige Materie (den Aether) angehäuft vor. Durch dergleichen Atmoſphären, welche ſich um alle Körper bilden, ſucht man verſchiedene Phänomene zu erklären. Bey der atomiſtiſchen Lehrart nimmt man z. E. an, daß auch um die Atomen ſich Atmoſphären von Wärmeſtoff bildeten, vermöge welcher eine zuſammengedruckte Materie durch bloßes Anziehen in ihren vorigen Zuſtand zurückgehen müſſe, und daß folglich das Zurückſtoßen der Theile derſelben nur ſcheinbar wäre (ſ. **Abſtoßen**).

Die Frage, ob wirklich um einen jeden Körper eine Atmoſphäre ſtatt finde? gehörig zu prüfen, unterſcheide ich die atomiſtiſche und dynamiſche Lehrart. Nach der atomiſtiſchen Lehrart, nach welcher leere Räume angenommen werden müſſen, und welche keine weſentliche Anziehung der Materien gegen einander vorausſetzet, iſt es allerdings möglich, daß Körper ſo wohl im leeren Mittel, als auch im vollen Mittel ohne eine ſie umgebende Atmoſphäre fortbeweget werden können. Nach der dynamiſchen Lehrart hingegen, welche keine leeren Räume annimmt, und nach welcher weſentliche Anziehung auch durch den leeren Raum ſtatt finden muß, iſt man berechtiget, um jeden Körper Atmoſphären anzunehmen. Denn eben dieſe weſentliche Anziehung verhält ſich umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen, und folglich muß die flüſſige Materie um jeden Körper angehäuft ſich befinden.

Atmoſphäre der Erde ſ. **Luftkreis**.

Atmoſphäre der Sonne (atmoſphaera ſolis, atmoſphère ſolaire) iſt eine feine flüſſige Materie, in welche die Sonne gleichſam gehüllt, und welche gegen dieſelbe ſchwer iſt. Weil nach der atomiſtiſchen Lehre Körper ohne Atmoſpären exiſtiren können, und überdem die Alten beſondere Meinungen von der Sonne hatten, ſo iſt es natürlich, daß man anfänglich zweifelhaft war, ob die Sonne von einer flüſſigen

gegen

gegen ſie ſchwere Materie umgeben wäre. Nachdem aber **Joh. Domin. Caſſini** [α]) im Jahre 1683 das ſo genannte Zodiakallicht oder Thierkreislicht entdecket hatte (ſ. **Thierkreislicht**), ſo konnte er dieſe Erſcheinung für nichts weiter anſehen, als für die von weitem erblickte Atmoſphäre der Sonne. Dieſes Zodiakallicht wurde nachher von verſchiedenen ſorgfältig beobachtet [β]), und beſonders von dem Herrn **von Mairan** [γ]) in einer lehrreichen Schrift abgehandelt, worin er auch die Erſcheinung des Nordlichtes aus der Sonnenatmoſphäre herzuleiten ſuchet. Wofern wirklich das Zodiakallicht ein Theil der Sonnenatmoſphäre iſt, ſo muß dieſe ein ſehr abgeplattetes Sphäroid ſeyn, weil wir das Zodiakallicht beſtändig unter einem zugeſpitzten Streifen wahrnehmen, welches nur bey einem Sphäroid ſtatt finden kann. Aus genauen Beobachtungen an den Sonnenflecken hat man ſchon längſt gefunden, daß die Sonne ein kugelähnlicher Körper ſey, der ſich um ſeine Axe, die gegen die Ebene der Ekliptik unter dem Winkel von 82° 30′ geneigt iſt, drehet; demnach ſchneidet die Ebene des Sonnenäquators die Ebene der Ekliptik unter dem Winkel 7° 30′. Hieraus ließe ſich alſo begreifen, daß durch den Umſchwung der Sonne die Atmoſphäre derſelben am weiteſten von der Sonne getrieben, und dadurch die ſtarke Abplattung bewirket würde; wegen des kleinen Winkels aber, welche die Ekliptik mit der Ebene des Sonnenäquators macht, können wir mit der Sonne nie in andere Lagen kommen, als worin wir dieſe abgeplattete Atmoſphäre der Sonne unter einem ſpitzzulaufenden Streifen erblicken, da wir ſie ſonſt, aus einem Punkt der Axe betrachtet, als einen völligen Kreis wahrnehmen müßten. Wie weit die Sonnenatmoſphäre gehe, das käme auf die Entfernung des ſcheinbaren

α) Decouverte de la lumière celeſte, qui paroit dans le zodiaque, dans le recueil d'obſervations. Paris 1693. f.

β) *de la Lande* Aſtronomie. Liv. III.

γ) Traité phyſique et hiſtorique de l'aurore boreale. Paris 1733. 4. 1754. gr. 8.

baren Ortes der Sonne von der Spitze des Zodiakallich
an. Vermöge Beobachtungen erſtreckt ſich dieſe mann
mahl auf 100 Grade, folglich müßte die Sonnenatmoſph
noch über die Erdbahn hinausgehen, und die Erde ſel
würde in dieſe eingehüllet werden, wenn ſie in einem
chen Falle, entweder in einem der Punkte ſich befind
in welchem die Erdbahn die Ebene des Aequators der Son
ſchneidet, oder nahe dabey iſt.

Verſchiedene neue Naturforſcher nehmen im Gegenthe
an, daß das ſo genannte Zodiakallicht bloß ein luftige
feuriges Weſen ſey, welches die Natur eines Nordlich
habe, und ſich oft zuletzt in ein wahres Nordlicht umä
dere *). Hätte dieſes wirklich ſeine Richtigkeit, ſo wür
es noch zweifelhaft ſeyn, ob nach der atomiſtiſchen Lehre d
Sonne eine Atmoſphäre beſäße. Wenigſtens läßt es ſi
mit Gewißheit noch nicht entſcheiden, daß das Zodiakalli
ein Theil der Sonnenatmoſphäre ausmache.

Nach der dynamiſchen Lehrart, welche gar keine Räum
annimmt, iſt man vermöge der anziehenden Kraft der Sonne
materie berechtiget anzunehmen, daß ſich eine feine, flüſſige M
terie rund um die Sonne anhäuſe, und folglich eine Sonnena
moſphäre bilde. Ob jedoch dieſe flüſſige Materie eine Aeh
lichkeit mit der Luft, die unſere Erde umgibt, beſitze, od
ob ſie noch feiner als dieſe, wie etwa der Aether ſey, darüb
können wir gar nicht entſcheiden.

Atmoſphäre des Mondes (atmoſphaera lunaris
atmoſphère lunaire) iſt wie bey der Sonne eine fein
flüſſige Materie, welche um den Mond angehäuft und ge
gen denſelben ſchwer iſt. — Es iſt über das Daſeyn dieſer A
moſphäre viel geſtritten worden.

Verſchiedene haben für das Daſeyn einer Mondatm
ſphäre folgende Gründe angegeben: 1) wenn von dem Mond
Planeten oder Fixſterne bedeckt würden, ſo veränder
ſich ihre Geſtalt, indem ſie dem Monde nahe kämen, od
inder

*) Vollſtändiger Unterricht in der Naturlehre von M. Hube. Th.
60. Brief S. 470.

indem ſie denſelben verließen. Mehrentheils ſähen ſie in dieſem Falle länglich und unförmlich aus, welches beweiſe, daß ihre Lichtſtrahlen in der Atmoſphäre des Mondes gebrochen würden. 2) Wenn eine totale Sonnenfinſterniß Statt fände, ſo ſähe man einen hellen concentriſchen Ring um den Mond. 3) Würden die Mondflecken bald mit größerer bald mit geringerer Deutlichkeit wahrgenommen; dieſes und der helle Streifen, welchen **Franz. Bianchini** α) in der dunkeln Höhle des Plato wahrgenommen, beweiſen eine Atmoſphäre des Mondes. Dieſe und dergleichen ähnliche Gründe bewogen **Hevel** β), **Wolf** γ), **Mairan** δ), **Carbo** ε) und andere zur Annahme einer Mondatmoſphäre. Einige waren ſogar der Meinung, daß es in dem Monde eben ſo wie auf unſrer Erde regne, ſchneye, blitze und reife. **Halley** ζ) verſichert ſogar, daß er bey der Sonnenfinſterniß am 3ten May im Jahre 1715, Blitze im Monde beobachtet habe. Aus der Vergrößerung des Sonnendurchmeſſers bey der ringförmigen Sonnenfinſterniß im Jahre 1748 hat **Euler** η) geſchloſſen, daß den Mond wirklich eine Atmoſphäre umgebe, welche aber 200 Mahl dünner, als die der Erde iſt. Dagegen behaupten andere, daß der Mond keine Atmoſphäre haben könne und ſuchen die vorhin angegebenen Gründe auf eine andere Art zu erklären: was nämlich die veränderte Geſtalt der Planeten und der Fixſterne betrifft, wenn ſie nahe an den Mondrand kommen, ſo ſagen ſie, daß dieſe Erſcheinung leichter und natürlicher aus der Beugung des Lichtes ſich erklären laſſe, und eben dieſe bewirke auch den hellen concentriſchen Ring um den Mond bey

α) Heſperi et phoſphori noua phaenomena ſ. obſeruationes circa planetam veneris. Romae 1728. fol. p. 5.

β) Cometographia, cometarum naturam et omnium a mundo condito hiſtoriam exhibens. Ged. 1668. fol. L. VII. p. 362.

γ) Elementa matheſeos vniuerſae Tom. III. Halae 1753. 4. elementa aſtronomiae. §. 486.

δ) Traité phyſ. et hiſtor. de l'aurore boreale. Par. 1754. p. 276.

ε) Philoſ. transact. n. 396. art. V.

ζ) Philoſ. transact. n. 343.

η) Mémoires de l'Académie de Pruſſe 1748. S. 103.

bey gänzlichen Sonnenfinſterniſſen; auch haben die Herren **de L'Isle** und **de la Hire** [α]) gezeiget, daß dergleichen Ring um jeden durchſichtigen Körper ſich zeige, womit die Sonne verdeckt wird, oder um welchen man das Sonnenlicht in einen verfinſterten Orte fallen läßt. **Caſſini** [β]) ſuchte dieſen Ring von der Sonnenatmoſphäre herzuleiten. Vorzüglich hat **Chriſtlob Mylius** [γ]) alle die Gründe, welche zur Behauptung einer Mondatmoſphäre aufgeſtellet ſind, zu widerlegen geſucht, und **Tobias Mayer** [δ]) hat ſogar zu beweiſen ſich bemühet, daß der Mond gar keine Atmoſphäre haben könne; einen ähnlichen Beweis hat auch **Grandjean de Fouchy** [ε]) unternommen.

Huygens [ζ]) führt beſonders noch folgende Gründe an, das Daſeyn der Mondatmoſphäre zu läugnen: wenn der Mond wirklich eine Atmoſphäre hätte, ſo müßte auch der Mondrand bey Bedeckungen der Planeten und der Fixſterne mit einem Schimmer umgeben ſeyn; auch befinde ſich im Monde kein Waſſer, woraus Dünſte aufſteigen könnten, auch nehme man keine Wolken in demſelben wahr. Allein **Mairan** führt dagegen an, wenn man die Atmoſphäre des Mondes in Vergleichung mit dem Monde eben ſo groß annähme, als die Atmoſphäre unſerer Erde in Vergleichung mit derſelben, ſo bewege ſich ein Stern durch den brechenden Theil der Mondatmoſphäre in einer Sekunde, und dieſe Zeit ſey viel zu klein, um die Wirkung der Strahlenbrechung zu beobachten. Durch die 14tägige Erwärmung der Mondoberfläche von der Sonne müßten überdem die Dünſte im Monde ſo ſehr verdünnet werden, daß wir keine Wolken wahrnehmen könnten. Auch Herr **Bode** [η]) hat den Gedanken: durch die 14½tägige Erleuchtung und vermuthliche Erwär-

α) Mémoires de l'Académie des ſciences 1715. p. 147.
β) Mémoires de l'Académie des ſciences 1706. p. 253.
γ) Gedanken über die Atmoſphäre des Mondes. Leipzig 1746. 4.
δ) Koſmographiſche Sammlungen 1748. Abhandl. 9.
ε) Philoſ. tranſact. n. 455. art. 3.
ζ) Κοσμοθεωρος ſ. de terris coeleſtibus earumque ornatu coniecturae Hagae 1698. 4. p. 115.
η) Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Th. I. §. 427.

Erwärmung der Mondoberfläche durch die Sonne könnte es ſeyn, daß die Wolken des Mondes dadurch zerſtreuet und in die Nachtſeite übergeführet würden, wo bey einer gleichfalls 14tägigen Abweſenheit der Sonne die kühle Nachtluft ſie mehr verdichte und zuſammenhalte.

Andere neuere Vertheidiger der Atmoſphäre, als z. B. **dü Sejour** α), behaupten, daß Beugung des Lichtes am Rande des Mondes ohne Atmoſphäre um ihn ſich gar nicht gedenken laſſe. Auch Don **Antonio de Ulloa** β) iſt der Meinung, daß die Erſcheinung des Ringes, welcher ſich bey gänzlichen Sonnenfinſterniſſen allemahl um die Mondſcheibe zeiget, wie dergleichen von ihm ſelbſt am 24. Jun. 1778. auf dem Meere zwiſchen Tercera und Cap St. Vincent beobachtet worden, ohne Atmoſphäre des Mondes ſich nicht erklären laſſe. Endlich hat, in ganz neuern Zeiten, Herr **Schröter** γ) in Lilienthal das Daſeyn der Mondatmoſphäre durch Beobachtungen ganz außer Zweifel geſetzet. Er nahm verſchiedene Aenderungen an den Mondflecken wahr, die er nicht anders, als durch Annahme einer Atmoſphäre, erklären konnte. So beobachtete er an einem Berge im Cleomedes bisweilen eine ſehr große helle Vertiefung, welche zu einer andern Zeit unter dem nämlichen Erleuchtungswinkel nicht wahrgenommen wurde u. dergl. Am 24. Februar 1792. Abends um 5 Uhr 40 Minuten, $2\frac{1}{2}$ Tag nach dem Neumonde, gelang es ihm endlich, mittelſt eines 7ſchuhigen herſchelſchen Teleſkops, welches 74 Mahl vergrößerte, eine **Monddämmerung** δ) zu beobachten. Zuerſt erblickte er ſie am Rande der äußerſten Spitzen, und bemerkte hierbey zugleich ein äußerſt mattes graulichtes Licht, welches gegen das Licht der äußerſten Spitze des Mondes eben ſo abſtach, als unſere Erddämmerung gegen das unmittel-

α) Mémoires de l'Acad. des ſciences 1775. p. 268.
β) Mémoires de l'Acad. des ſciences 1778. p. 64. *Rozier* Journal de Phyſique 1780. Avril. p. 319. T. XV. P. I.
γ) Selenotopographiſche Fragmente. Lilienthal 1791. gr. 4. §. 379–396. §. 525. 526.
δ) Götting. gelehrte Anz. 1792. 86. Stück. S. 857. u. f.

unmittelbare Sonnenlicht. Nach 8 Minuten wurde en
lich der ganze Mondrand und zwar auf einmahl mit ein
ſolchen dämmernden Lichte umgeben. Die Weite die
Dämmerung, von der dämmernden Lichtgrenze an bis zu
vollen Lichte des Mondes, welches dem Erdenlichte gleich i
beſtimmt er anf 2° 34′ 25″ eines Bogens der Mondfläche, od
10¼ geographiſche Meilen. So wenig nach dieſen gemac
ten Entdeckungen der Monddämmerung nur irgend e
Zweifel über die Mondatmoſphäre nach der atomiſtiſchen Leh
art gemacht werden kann, ſo berechtigt doch ſchon die dynam
ſche Lehrart, eine Mondatmoſphäre anzunehmen. Ueber die Na
tur dieſer Atmoſphäre läßt ſich freylich nichts gewiſſes behaupte
und ſie ſcheint keinesweges, wie **Wolf** und andere glaubten
der Atmoſphäre unſerer Erde ſo ſehr ähnlich zu ſeyn.

Atmoſphären, elektriſche ſ. **Wirkungskreiſe elektriſche.**

Atmoſphäriſche Elektricität ſ. **Elektricität, at moſphäriſche.**

Atmoſphärilien, atmoſphäriſche Körper (corpora atmoſphaerica, corps atmoſpheriques) ſollen nach dem Vorſchlage des Herrn Bergrath **Widemann** *) ein viertes Naturreich in der Naturgeſchichte ausmachen, und den Wärmeſtoff, Lichtſtoff, die Luftarten und das Waſſer unter ſich begreifen.

Atmoſphäriſche Luft ſ. **Gas, atmoſphäriſches.**

Atomen (Atomi, Atomes). Hierunter verſtehen verſchiedene Naturforſcher die erſten ganz untheilbaren körperlichen Beſtandtheile der Materie.

Wenn man den empiriſchen Begriff der Materie zu Grunde leget und über das Weſen derſelben Unterſuchungen anſtellet, ſo kann man nicht mehr als zwey Wege betreten; der eine führet darauf, daß alle Materie aus einer Menge feſter, harter, abſolut undurchdringlicher, ſchwerer, träge

*) Von der Nothwendigkeit, bey der Haupteintheilung der natürlichen Körper ein viertes Naturreich anzunehmen; in Crells chem. Annal. 1793. B. II. St. 7.

träger und beweglicher Theile beſtehe, welche eben Atome genennet werden; der andere Weg hingegen zeiget, daß zum Weſen der Materie Grundkräfte erfordert werden. Dasjenige Syſtem nach welchem alle Körper aus den Atomen zuſammengeſetzet ſind, und deren verſchiedene Arten bloß in den verſchiedenen Geſtalten der Grundkörperchen ihren Grund haben, heißt das **atomiſtiſche Syſtem** oder die **Corpuscularphiloſophie** und wird von den **dynamiſchen Syſtem**, nach welchem der Materie weſentliche Kräfte inhäriren, unterſchieden. Bey allen Erſcheinungen in der Körperwelt kömmt es darauf an, daß die Erfahrungen auf die erſten Gründe zurückgeführet werden können. Die Erklärung aus Naturgeſetzen iſt keine Erklärung aus phyſiſchen Gründen; die Naturgeſetze zeigen nur, daß die Körper, unter vollkommen denſelben Umſtänden, eben dieſelben Erſcheinungen hervorbringen, warum aber allemahl dieſe erfolgen müſſen, das zeigen ſie nicht. Wenn man z. E. mit **Robert Symmer** zwey elektriſche Materien annimmt, ſo laſſen ſich aus allen Erfahrungen bey der Elektricität die allgemeinen Geſetze herleiten, daß ſich die gleichnahmige elektriſche Materie zurückſtößt, die ungleichnahmige aber anziehet. Bleibt hier aber nicht noch die Frage zurück, gibt es denn wirklich zwey verſchiedene elektriſche Materien und woher kommt das Zurückſtoßen und Anziehen dieſer Materien. Wenn man ſich nicht im Kreiſe herumdrehen will, ſo muß man das nicht für phyſiſche Gründe angeben, was zur Erklärung wiederum andere Gründe vorausſetzet. Es bleibt folglich dem Phyſiker nichts übrig, wenn er Gründe angeben will, als daß er ſich zuletzt auf metaphyſiſche Sätze ſtütze, welche ganz allein aus dem empiriſchen Begriffe der Materie hergeleitet werden müſſen. (M. ſ. **Materie.**) So ſehr ſich auch der Phyſiker mit allem Rechte gegen metaphyſiſche Unterſuchungen verwahret, ſo muß er doch ſein ganzes Lehrgebäude darauf gründen, und hier muß er entweder das atomiſtiſche oder das dynamiſche Syſtem wählen. Nach dem erſteren Syſtem beruhet der Grund aller Erſcheinungen

nungen der Körper auf das Anziehen der Grundkörperchen oder der Atome gegen einander, ohne daß das Anziehen den Atomen weſentlich zukomme, ſondern von außen her, durch irgend etwas, was wieder einen andern Grund erfordert, bewirket werde, d. h. man kann eigentlich gar keinen Grund von allen Erſcheinungen angeben; und hiernach iſt die ganze Natur todt und erhält nur Leben von äußern einwirkenden Kräften. Daher kann dieſes Syſtem mit allem Rechte das **mechaniſche Syſtem**, und die Naturlehre, welche darauf gebauet wird, die **mechaniſche Naturlehre** genennet werden. Man muß alſo die Atome ſelbſt als Maſchine betrachten, welchen bloß eine äußerliche, eingedruckte Kraft fehlet, um die mancherley Naturwirkungen mechaniſch zu erklären. Zur vornehmſten Beglaubigung dieſes Syſtems hat man die Nothwendigkeit angeführet, zum ſpecifiſchen Unterſchiede der Dichtigkeit der Materie leere Räume zu gebrauchen, welche man zwiſchen den Atomen zum Behuf einiger Naturerſcheinungen von ſolcher Größe eingeſtreuet ſich gedachte, daß der mit Materien erfüllte Theil des Raums gegen den leeren Theil, auch ſogar der dichteſten Materie, für nichts zu achten iſt. Dieſes Syſtem hat von dem alten **Leucippus**, **Demokrit** und **Epikur** an bis auf **Carteſen** und ſelbſt bis auf unſere Zeiten, immer ihr Anſehen und ihren Einfluß auf die Principien der Naturwiſſenſchaft erhalten. Weil alſo nach dieſem Syſtem die verſchiedenen Körper aus untheilbaren Atomen zuſammengeſetzet ſind, ſo folgt natürlich, daß auch keine unendliche Kraft vermögend iſt, die Theilbarkeit der Körper bis ins Unendliche zu treiben (ſ. **Theilbarkeit**); denn die Grenze der Theilung ſind die Atomen. Keine wahre Auflöſung kann hier folglich gar nicht Statt finden, ſondern bloß eine Nebeneinanderſtellung der Atome des ſo genannten aufzulöſenden Körpers. (ſ. **Auflöſung**.)

Nach dem dynamiſchen Syſtem, welches zurückſtoßende und anziehende Kraft der Materie weſentlich vorausſetzet, finden keine erſten Grundkörperchen oder Atome ſtatt, ſondern

dern die Materie iſt ins Unendliche theilbar, beſitzet keine leeren Zwiſchenräume und iſt nicht abſolut undurchdringlich. (M. ſ. **dynamiſches Syſtem**).

Atomiſtik, atomiſtiſches Syſtem ſ. **Atomen.**

Attraction, Anziehen (attractio, attraction). Iſt ein allgemeines Phänomen der Körperwelt, da ſich Körper einander nähern, oder doch wenigſtens zu nähern trachten, wenn ſie in ihrer Bewegung aufgehalten werden. So fällt z. B. ein Körper, ſich frey überlaſſen, gegen die Erde herab oder druckt wenigſtens das, was ihn hält. Eben ſo erhebt der Mond das Meer auf unſerer Erde, und der Mond ſelbſt bleibt beſtändig mit unſerer Erde, und dieſe nebſt den übrigen Planeten mit der Sonne in einer bewundernswürdigen Ordnung verbunden; und überhaupt beweiſen alle Himmelskörper gegen einander ein beſtändiges Beſtreben zur Annäherung. Alle dieſe unläugbaren Phänomene ſetzen eine wirkende Urſache, eine Kraft voraus, welche eine ſolche Wirkung hervorzubringen im Stande iſt. Die Erfahrung allein aber iſt nicht hinreichend auszumachen, welcher Kraft ſich die Natur hierbey bedienet. Man iſt folglich ſchlechterdings genöthiget, metaphyſiſche Unterſuchungen darüber anzuſtellen. Um alles mit nöthiger Deutlichkeit aus einander zu ſetzen, will ich dieſes wichtige Phänomen erſt nach der atomiſtiſchen, nachher nach der dynamiſchen Lehrart betrachten; vorher aber noch von dem Unterſchiede der Anziehung in der Ferne, und der Anziehung in der Berührung der Körper, welcher bisher nicht mit gehöriger Sorgfalt iſt beobachtet worden, reden. Das Anziehen in der Ferne nennt man auch **Gravitation, allgemeine Schwere** (ſ. **Gravitation**), das Anziehen in der Berührung aber kann wieder doppelt ſeyn, ein Mahl, da die Theile ein und des nämlichen Körpers ſich wechſelſeitig anzuziehen ſcheinen, und dieß Phänomen nennt man **Cohäſion** (ſ. **Cohäſion**); das andere Mahl, da Theile eines flüſſigen Körpers ſich an einen feſten Körper anhängen, und dieß Phänomen nennt man **Adhäſion** (ſ. **Adhäſion**). Es würde ſehr vortheilhaft für die

wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen der Körperwelt geweſen ſeyn, wenn man jederzeit dieſe drey genannten Arten der Anziehungen nicht ſo mannigfaltig mit einander verwechſelt hätte. Eben hierdurch ſind wir in ein Labyrinth gekommen, woraus man ſo leicht nicht wieder kommen kann. Selbſt Hr. **Gren**, in ſeiner neueſten Ausgabe der Naturlehre, iſt in dieſen Fehler gefallen, wie ich noch weiter unten unter dem Articel **Grundkräfte** zeigen werde. Die Geſetze des Anziehens der Körper in der Ferne, welche **Newton** zuerſt entdecket hat, ſind himmelweit unterſchieden von den Geſetzen der Anziehung in der Berührung, und dieß iſt doch wohl ſchon ein hinreichender Grund, beyde Anziehungen von einander mit aller Sorgfalt zu unterſcheiden. Ich werde beſtändig Anziehung in der Entfernung bloß **Anziehung**, hingegen Anziehung in der Berührung in gehörigen Fällen **Adhäſion** und **Cohäſion** nennen, und hier allein von der erſtern handeln.

Nach der atomiſtiſchen Lehre, nach welcher Bewegungen an Körpern nur durch äußere eingedrückte Kräfte erfolgen können, muß folglich ſchlechterdings angenommen werden, daß irgend eine äußere Kraft das Phänomen der Anziehung bewirke. Nun entſteht aber die Frage, wo ſoll dieſe äußere Kraft herkommen? — **Newton**, welcher mit Recht von allen Hypotheſen abſtrahirte, ſuchte die Geſetze des Anziehens durch die erhabenſten Theorien der Mathematik aufzufinden, ohne ſich weiter um die phyſiſche oder metaphyſiſche Urſache der Attraktion zu bekümmern. An einigen Stellen ſagt er, daß er die Worte, attractio, propenſio, impulſio, ohne Unterſchied gebrauchen, und keinesweges die Attraktion als eine Wirkung betrachten wolle, welche von einer im Körper weſentlich liegenden anziehenden Kraft herrühre; er iſt vielmehr geneigt zu glauben, daß die Attraktion entweder ein Stoß oder die Wirkung einer uns ganz unbekannten Urſache ſey. Und in der Vorerinnerung zur zweyten Ausgabe der Optik ſagt er ausdrücklich: ne quis grauitatem inter eſſentiales corporum proprietates me habere exiſtimet, quaeſtionem vnam de eius cauſa inueſtiganda ſubieci.

Natür-

Natürlich mußte **Newton** dieſe Meinung von der Attraktion haben, weil er der atomiſtiſchen Lehre zugethan war. Er konnte alſo nicht angeben, durch welche äußere Kraft das Phänomen der Attraktion bewirket würde. Eben ſo wie Newton dachten auch **s'Graveſande** [α], **Muſchenbroek** [β] und viele andere; Muſchenbroek beſonders ſchlug ſtatt Attraktion den ſehr unſchicklichen Nahmen amicitia vor.

Kepler [γ], aus deſſen Beobachtungen über den Lauf der Himmelskörper und der daraus gemachten Folgen, nebſt **Galilei's** Erfahrungen Newton die Geſetze der Anziehung entwickelte, nahm eine innere in den Körpern anziehende Kraft an, und gebrauchte oft die Wörter, Freundſchaft, Sympathie, Abneigung, Gefühl der Körper u. d. gl. Auch **Roberval** [δ], **Roger Cotes** [ε], **Erxleben** [ζ] und noch andere glaubten, daß den Körpern weſentlich eine anziehende Kraft zukäme. Weil aber eine ſolche weſentliche Kraft unmöglich mit der atomiſtiſchen Lehre nur auf irgend eine Weiſe beſtehen konnte, ſo war es natürlich, daß eine ſolche in den Körpern weſentlich liegende anziehende Kraft als eine verborgene Qualität angeſehen wurde; und vorzüglich beſtreitet **Euler** [η] die Meinung derer, welche die Attraktion als eine weſentliche Eigenſchaft der Körper betrachtet haben. Will man die Attraktion durch druckende oder ſtoßende Kräfte einer andern Materie herleiten, wie **Cartes** [θ], **Huygens** [ι], **Kratzenſtein** [κ], **Bilfinger** [λ], **le Sage** [μ] u. andere thun,

α) Phyſic. element. mathem. Leid. 1742. gr. 4. L. I. c. 5.
β) Introductio ad philoſoph. natur. cap. 20.
γ) Epitome aſtronom. copernic. Lentiis ad Danub. 1618. 8.
δ) *Ariſtarch. Samii* de mundi ſyſtemate liber ſingularis. Paris 1644. 4.
ε) Praefatio ad Newtoni princ. ed. Cantabr. 1713. 4.
ζ) Anfangsgründe der Naturlehre. §. 112.
η) Briefe an eine deutſche Prinzeſſinn über verſchiedene Gegenſtände der Phyſik und Philoſophie. 68 Brief u. f.
θ) Princip. Philoſoph. L. IV. propoſ. 19. 20 u. f.
ι) Diſſert. de cauſa grauitatis in ſein. operib. reliq. T. I. S. 93 u. f.
κ) Vorleſungen über die Experimentalphyſik. S. 60.
λ) De cauſa grauitatis phyſica generali diſquiſitio experimentalis. Paris 1728. 4.
μ) Lucrece Newtonien par Mſr. *le Sage* in den Mémoires de l'Acad. royale des ſciences de Berlin. an. 1782. S. 404 u. f.

thun, ſo läßt ſich dagegen einwenden; 1) daß ſich die Größe der Wirkung, welche von der Attraktion herrühret, nicht wie die Oberfläche ſondern wie die Maſſe verhält; 2) daß es nicht zu begreifen iſt, woher die andere Materie ihre Kraft habe. In einem vorzüglich hierher gehörigen ſchätzbaren Aufſatze des Herrn Hofr. **Käſtners** [α]) wird geſagt: "von einer Kraft oder Materie reden, die ſich durch nichts „unſeren Sinnen entdeckt, dieſe nach Geſetzen wirken laſſen, „von denen man auch keine Erfahrung hat, ſondern die man „nur ſo annimmt, wie man ſie nöthig hat, das heißt nicht „erklären, ſondern nur erdichten." Noch verſchiedene andere, als Herr Hofr. **Lichtenberg** [β]), ſind der Meinung, daß das Phänomen der Attraktion noch allzu zuſammengeſetzet ſey, als daß man es in die Claſſe der ganz einfachen Phänomene ſetzen, und alle Bemühungen, es zu erklären, aufgeben ſollte. Aus dieſer kurzen und hinlänglichen Darſtellung ſieht man ein, daß bey allen den Bemühungen, das Phänomen der Attraktion zu erklären, auch kein einziger ſo glücklich geweſen iſt, den wahren Grund davon aufzufinden. Meiner Meinung nach iſt es auch nach der atomiſtiſchen Lehrart ganz unmöglich, die Urſache davon zu entdecken, weil die Annäherung der Körper an einander nach dieſem Syſtem ganz allein durch eine äußere auf ſie wirkende Kraft erfolgen kann; dieſe äußere wirkende Kraft ſetzt ja aber eine Materie voraus, welche ſie ausübet, dieſe wieder eine und ſo bis ins Unendliche, ſo daß wir zuletzt ſelbſt auf den Schöpfer kommen müſſen, welcher bey jeder Bewegung die wirkende Urſache iſt. Aber ſo was behaupten, würde in uns wahrhaftig eine geringe Idee von dem vollkommenſten Weſen erwecken. — So weit das Phänomen der Attraktion nach der atomiſtiſchen Lehrart betrachtet.

Nach

α) Prüfung eines von Herrn le Sage angegebenen Geſetzes für fallende Körper im deutſchen Muſeum. Jun. 1776. und in der deutſchen Ueberſetz. des de Lüc über die Atmoſphäre. B. II. S. 660 u. f.

β) Erxleben Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. §. 113. b.

Nach dem dynamiſchen Syſteme kommen der Materie zurückſtoßende und anziehende Kraft weſentlich zu. Das Phänomen der Attraktion erfordert ſchlechterdings zuſammendrückende Kraft, und ſie muß der Materie urſprünglich inhäriren, indem ſie unmöglich in der Zuſammendrückung einer andern Materie geſuchet werden kann; denn dieſe würde ſelbſt eine zuſamendrückende Kraft erfordern. Dieſe Kraft wirket aber in entgegengeſetzter Richtung der zurücktreibenden Kraft, d. i. zur Annäherung der Theile der Materie, mithin iſt ſie eine Anziehungskraft. Weil alſo die Möglichkeit der Materie weſentlich eine Anziehungskraft erfordert, ſo muß ſie auch ſelbſt ein vorzüglicher Grund von der Möglichkeit der phyſiſchen Berührung der Materie ſeyn. Daraus folgt, daß ſie noch vor derſelben gedacht werden, und ihre Wirkung von der Bedingung der Berührung ganz unabhängig ſeyn muß. Nun iſt aber die Wirkung, welche von der Bedingung der Berührung unabhängig iſt, auch von der Erfüllung des Raums zwiſchen beiden, auf einander wirkenden Materien, unabhängig, d. h. ſie muß auch ohne dazwiſchenliegende Materie ſtatt finden, oder ſie muß eine Wirkung durch den leeren Raum ſeyn. Folglich iſt die urſprüngliche Anziehung einer jeden Materie eine unmittelbare Wirkung derſelben auf eine jede andere durch den leeren Raum. Es ſcheint allerdings widerſprechend zu ſeyn, daß eine Materie da, wo ſie nicht iſt, unmittelbar wirken könne. Herr de Lüc *) ſagt daher auch: "wer kann be„greifen, daß ein Körper da wirken ſoll, wo er nicht iſt? „Zwey Theile der Materie ſind entfernet von einander, und „ohne materielle Verbindung, und doch ſoll ſich eins um „des andern Willen bewegen! Und ohne daß beiden etwas „widerfähret, ſoll ſich das eine vier Mahl geſchwinder be„wegen, wenn es dem andern doppelt ſo nahe gekommen „iſt! Welche Zauberkraft mag ihnen dieſe Beſtimmung ge„ben? Um der geringen Entfernung willen (welche Nichts

 „iſt,

*) Briefe über die Geſchichte der Erde u. ſ. Th. I. Num. XI.

„iſt, wenn man kein Zwiſchenmittel annimmt) ſoll die Be-
„ſtrebung genau nach einem Verhältniſſe zunehmen? Dieß
„iſt mehr als unverſtändlich. — Theile des Mondes und
„der Erde ſollen ohne Mittel, bloß durch den Zauber des
„Wortes-Schwere, weſentliche Eigenſchaft der Materie, in
„einander wirken. Selbſt wenn die Materie Verſtand hätte
„und durch Bewegungsgründe beſtimmt würde, müßte man
„doch noch Boten annehmen, durch die ſie von der Ge-
„genwart anderer Körper, von ihrer Maſſe, Lage und Ent-
„fernung benachrichtiget würde, ehe ſie ſich nach ihnen hin
„bewegen könnte." — Allein dieſes ſcheinbar Widerſprechende beruht auf einem bloßen Mißverſtande; man verwechſelt nämlich die mathematiſche Berührung der Räume und die phyſiſche durch zurückſtoßende Kräfte. Wollte man behaupten, daß eine Materie auf die andere in die Ferne unmittelbar nicht wirken könnte, ſo würde dieß eben ſo viel ſagen, als ſie könnten auf einander nicht anders unmittelbar wirken, als in der phyſiſchen Berührung, d. h. vermittelſt ihrer zurückſtoßenden Kräfte oder vermöge ihrer Undurchdringlichkeit; dieß hieße aber, die zurückſtoßenden Kräfte ſind die einzigen Bedingungen, unter welchen Materien aufeinander wirken können, welches alſo entweder die Anziehungskraft für ganz unmöglich oder wenigſtens von der Wirkung der zurückſtoßenden Kräfte beſtändig abhängig erklären würde: aber beides läßt ſich nicht mit Grunde behaupten. Denn unmittelbare Anziehung außer der Berührung heißt nichts weiter, als daß ſich Materien nach gewiſſen Geſetzen beſtändig einander nähern, ohne daß irgend eine zurückſtoßende Kraft als Bedingung darzu nöthig wäre, und muß ſich eben ſo wohl gedenken laſſen, als Zurückſtoßung nach einem beſtändigen Geſetze, ohne daß irgend eine anziehende Kraft Theil daran hat. So könnte z. B. unſere Erde auf den Mond durch Anziehung wirken, ohne daß es nöthig wäre, daß zwiſchen beiden Materie ſich befände, d. h. ſie könnte auch auf den Mond durch den leeren Raum unmittelbar wirken. Weil alſo die urſprüngliche Anziehung der einen Materie auf die andere

auch

auch durch den leeren Raum wirket, und keine Materie, welche ſich zwiſchen jenen befindet, dieſer Wirkung Grenzen ſetzet, ſo muß ſie alle Theile der Materie durchdringen. Jedoch kann aus der Anziehung in der phyſiſchen Berührung gar keine Bewegung erfolgen, indem dieſe Berührung die Wechſelwirkung der zurückſtoßenden Kräfte iſt, welche alle Bewegung abhält. Daraus folgt, daß nur außer der Berührung irgendwo, alſo in der Entfernung, eine unmittelbare Anziehung Statt finden müſſe. Obgleich der große Stifter der Attraktionstheorie, **Newton**, keine weſentliche oder urſprüngliche Attraktion der Materie annahm, ſo merkt man wohl, daß der Anſtoß, welchen er und ſeine Zeitgenoſſen am Begriffe einer urſprünglichen Attraktion nahmen, ihn mit ſich ſelbſt uneinig machte: denn er konnte ſchlechterdings nicht ſagen, daß ſich die Anziehungskräfte zweyer Planeten, welche ſie in gleichen Entfernungen ihrer Monde beweiſen, wie die Maſſe jener Weltkörper verhalten, wenn er nicht annahm, daß ſie bloß als Materie, folglich nach einer allgemeinen Eigenſchaft derſelben, andere Materien anzögen. Es iſt daher ganz irrig, wenn Herr **Gren** *) ſagt, daß die in die Entfernung wirkende Kraft der Schwere keine nothwendige, mit dem Begriffe der Materie unzertrennlich verknüpfte Eigenſchaft der Materie ſey; ja die Erſcheinungen einiger Materien berechtigten uns, ſie für völlig ſchwerlos zu halten. Dieſer ſchätzbare Gelehrte verwechſelt hier offenbar die Anziehung in der Berührung, die nur ſcheinbar ſein kann, mit der Anziehung in der Entfernung. Es war nämlich ganz unmöglich, die Geſetze der Anziehungen oder Himmelskörper und folglich auch der Schwere zu entdecken, wenn man nicht eine weſentliche Anziehung der Materien in der Entfernung auch durch den leeren Raum annahm. Da aber die Zurückſtoßung bey einerley Anziehung unendlich verſchieden ſeyn kann, ſo läßt es ſich gar wohl gedenken, daß bey einerley Anziehung die Zurückſtoßung ein

*) Grundriß der Naturlehre. dritte Auflage. Halle 1797. gr. 8. §. 204.

Uebergewicht erhalten kann, wodurch auch Materie ſchwerlos ſich zeigen muß. Herr Gren läßt bloß die urſprüngliche Anziehung der Materie nebſt der Zurückſtoßung in der Berührung wirken, und ſchließt das Anziehen in der Entfernung als eine weſentliche Eigenſchaft aus. Dieß iſt aber irrig; denn es kann aus dem empiriſchen Begriffe der Materie auf keine Weiſe dargethan werden, daß der Zuſammenhang, welchen die mancherley Arten der beſtimmten Körper unter ſich zeigen, von der weſentlichen Anziehung der Materie allein herrühre, oder daß die Cohäſionskraft eine Grundkraft ſey. Die Metaphyſik beweiſet nur überhaupt, daß die anziehenden und zurückſtoßenden Kräfte Materie möglich machen; allein das beweiſet ſie nicht, daß Materie dieſe oder jene beſtimmte Grenze haben müßte; dieſe Erſcheinung iſt bloß **zufällig**. Es iſt folglich die beſtimmte Grenze oder die Größe irgend eines materiellen Objektes nur aus der Erfahrung erkennbar, und eben dieß Phänomen, wodurch die Materie auf eine beſtimmte Grenze beſchränkt wird, nennt man die **Cohäſion**. Die Erfahrung ſelbſt wird uns berechtigen, die Cohäſion in verſchiedene Arten einzutheilen, wovon der Artickel **Cohäſion** weiter nachzuſehen iſt.

M. ſ. meine Anfangsgründe der Phyſik nach den neueſten Entdeckungen. Jena 1797. 8. §. 48. u. f.

Aufbrauſen (efferueſcentia, effervescence). Hierunter verſteht man nur eine innere heftige mit einem Geräuſch und in die Höhe ſteigenden Blaſen begleitete Bewegung verſchiedener Subſtanzen, welche ſich in dem Augenblicke mit einander verbinden, oder auch einer einzigen Subſtanz, welche eine Vermiſchungsveränderung erleidet.

Das Aufbrauſen wird allemahl durch eine ſchnelle und häufige Entwickelung einer Gasart hervorgebracht, welche ſich durch den pnevmatiſch-chemiſchen Apparat auffangen läßt. Man darf aber ja nicht glauben, daß dieſe Luftart vor der Verbindung der verſchiedenen Subſtanzen in irgend einer gebunden geweſen iſt, ſondern ſie wird vielmehr jederzeit durch wechſelſeitige Wirkung der ihnen inhärirten Kräfte aufs neue erzeuget.

erzeuget. Das Aufbrauſen entſtehet bey den mehreſten Auflöſungen der Körper in Säuren, und bey den Gährungen. Daher rühret auch bey den leztern der ſo genannte Gäſcht.

Aufgang der Geſtirne (ortus ſiderum, lever des aſtres) iſt die Sichtbarwerdung der Geſtirne im Horizonte. Der Aufgang der Geſtirne iſt an verſchiedenen Orten der Erde gar ſehr verſchieden: unter den Erdpolen findet gar kein Aufgang der Geſtirne Statt, unter der Linie gehen alle Geſtirne, und zwar ſenkrecht, in den Oertern hingegen, welche zwiſchen den Polen und der Linie liegen, nur diejenigen Geſtirne auf, deren nördliche oder ſüdliche Abweichung kleiner als die Aequatorhöhe iſt. Bey uns geht daher die Sonne täglich auf, weil ihre Abweichung niemahls über $23\frac{1}{2}°$ kommen kann; alſo iſt ſie beſtändig kleiner, als unſere Aequatorhöhe.

Man findet den Aufgang der Geſtirne aus der Dauer der Geſtirne über dem Horizonte und der Zeit, in welcher ſie im Mittag kommen oder da ſie culminiren (ſ. **Culmination**). Es iſt nämlich alsdann

Stunde des Aufganges = Zeit der Culminat. — halben Dauer der Geſtirne üb. d. Horiz. Für die Fixſterne wird auf dieſe Weiſe die Zeit des Aufganges in Sternzeit gefunden, welche aber ſehr leicht in Sonnenzeit verwandelt werden kann (ſ. **Sonnenzeit**). Für die Sonne iſt die Stunde des Aufganges gleich der halben Nachtlänge, und ſelbſt die Verwandlung der Zeit nicht nöthig (ſ. **Aſcenſionaldifferenz**). Für die Planeten muß eigentlich noch eine Berichtigung wegen ihrer eigenen Bewegung vom Abend gegen Morgen vorgenommen werden, welche vom nächſtvorhergehenden Mittage bis zur Stunde des Aufganges erfolget; jedoch wird dieſe ſo beträchtlich nicht ausfallen, außer beym Monde, welcher ſich etwa 13 Grad täglich von Abend gegen Morgen hinbeweget. Man hat alſo für den Mond nur nöthig, die ganze Rechnung zwey Mahl zu machen, das zweyte Mahl aber die Data ſo anzunehmen, wie ſie für die Stunde des Aufganges, welche in der erſten Rechnung gefunden iſt, gelten müſſen.

Wegen der Horizontalrefraktion aller Geſtirne und wegen der Horizontalparallaxe der Planeten, wird die wahre Stunde des Aufganges nach der gewöhnlichſten Rechnung nicht ganz genau gefunden. Herr Hofr. **Käſtner** [α]) hat daher eine Formel für die Berechnung des Aufganges der Geſtirne, welche aber der Wahrheit nur nahe kommt, angegeben, in welcher hierauf Rückſicht genommen worden. Nach dieſer Formel ſind Tafeln berechnet worden, welche man in **de la Lande** Aſtronomie. 2te Ausg. §. 1028. von **Envoy** berechnet, auch in **Bode** aſtronomiſch. Jahrbuche 1784. S. 115. findet. Schärfer iſt die Rechnung durch Hülfe der ſphäriſchen Trigonometrie, vom Hrn. Prof. **Rüdiger** [β]) durch Einführung des Coſinus des halben Tagebogens, und durch vorläufige Berechnung eines Hülfwinkels angegeben.

Aufgang der Geſtirne nach dem Sinne der alten Dichter (ortus ſiderum poëticus, lever des aſtres ſelon les anciens). Da bey den Alten die Einrichtung der Calender noch äußerſt unvollkommen war, um die Geſchäfte im gemeinen Leben darnach zu ordnen, ſo konnte es gar nicht fehlen, die Eintheilungen und Kennzeichen der Zeit nach dem jährlichen Laufe der Himmelskörper einzurichten. Vorzüglich aufmerkſam mußte ſie natürlich der Auf- und Untergang der Geſtirne machen, indem ſie dadurch in Vergleichung mit dem Auf- und Untergange der Sonne ein Mittel erhielten, gewiſſe Jahreszeiten zu unterſcheiden. Wenn z. B. ein gewiſſes Sternbild mit Untergang der Sonne aufgieng, ſo zeigte dieß einerley Jahreszeit an. Dieſe Art gewiſſe Tage zu bezeichnen, findet man noch bey alten Schriftſtellern und Poeten, welche letztere ihre Verſe durch mancherley Fabeln über die Entſtehung der Geſtirne ausſchmückten, wovon man z. B. des Ovids libros faſtorum nachleſen kann. Man findet die mathematiſche und philologiſche Unterſuchung der poetiſchen

α) Aſtronomiſche Abhandlungen. I. Sammlung. Gött. 1772. III. Abhandl. §. 444 u. f.

β) Progr. de effectu refractionis in ortu et occaſu ſtellarum computando. Lipſ. 1792. 4.

tiſchen Auf- und Untergänge der Geſtirne in Herrn Prof. **Pfaff**'s comment. de ortibus et occaſibus ſiderum apud auctores claſſicos commemoratis. Goetting. 1786. 4. Die Alten haben unter dem Worte Aufgange vorzüglich dreyerley verſtanden; 1) wenn der Stern mit der Sonne zugleich, oder wenn er *coſmice* aufgehet; 2) wenn er mit Untergang der Sonne oder **akronyktiſch** aufgehet, und 3) wenn es bisher bey der Sonne ſo nahe geſtanden, daß man ihn vor deren Lichte nicht hat ſehen können, und wenn er von der Sonne weit genug abſtehet, daß man ihn am Horizonte kurz vor Sonnenaufgange erblicken kann, oder wenn er *heliace* aufgehet.

M. ſ. **Scheibels** Unterricht vom Gebrauche der Himmels- und Erdkugel. Breslau 1785. 8. §. 216.

Auflöſung (ſolutio, diſſolution). Hierunter verſteht man die Wirkung zweyer ungleichartiger Materien gegen einander, ſo fern ſie auch in Ruhe durch eigene Kräfte wechſelſeitig die Theile der Materie von einander trennen, und ſich unter einander ſo verbinden, daß ſie einen vollkommen gleichartigen Körper zuwege bringen. Nach der atomiſtiſchen Lehrart müßten in der Erklärung die Worte, durch eigene Kräfte, weggelaſſen werden, weil die Theile der Materien nur durch äußere eindruckende Kräfte gegen einander wirken können. Obgleich bey einer jeden Auflöſung zweyer ungleichartiger Materien dieſelben wechſelſeitig gegen einander wirken; ſo ſcheinet doch mehrentheils eine von dieſen Materien theils wegen ihrer Flüſſigkeit, theils wegen ihrer Schärfe, theils auch wegen der größern Menge wirkſamer als die andere zu ſeyn, der letztern Theile gleichſam von einander zu trennen, und ſich mit ihr aufs innigſte zu vereinigen. Dieſe Materie nennt man daher auch das **Auflöſungsmittel** (ſoluens, menſtruum). Die andere Materie aber, welche ſich mehr leidend zu verhalten ſcheinet, den **aufzulöſenden Körper**. Bey der Auflöſung ſelbſt werden die Theile des aufzulöſenden Körpers mit dem Auflöſungsmittel ſo genau verbunden, daß beyde zuſammen einen vollkommenen gleichartigen

artigen Körper bilden, bey welcher man auch durch die beſten Vergrößerungsgläſer gar keine ungleichartigen Theile, welche ſich aufgelöſet haben, bemerken kann. Bey einer jeden Auflöſung müſſen Kräfte wirkſam ſeyn, indem ja doch wenigſtens die Theile des aufzulöſenden Körpers von einander getrennt werden, welches eine Kraft vorausſetzet. Um nun hier wie bey dem Artickel der Attraktion möglichſt deutlich zu ſeyn, will ich die Auflöſung zuerſt nach dem atomiſtiſchen, nachher aber nach dem dynamiſchen Syſtem betrachten.

Nach dem atomiſtiſchen Syſteme kann die Trennung der Theile des aufzulöſenden Körpers nicht weiter als bis zu den Atomen gehen, und weil nach dieſer Lehre die Materie abſolut undurchdringlich iſt, ſo muß man annehmen, daß dieſe getrennten Theile bloß in den Zwiſchenräumen des Auflöſungsmittels ſchwimmen. Es könnten alſo dieſe Atomen des aufzulöſenden Körpers mit den Atomen des Auflöſungsmittels in keine andere Verbindung treten, als daß ſie ſich entweder unmittelbar berührten, wie Waſſer und Glas, oder daß ſie mittelbar durch anziehende Kräfte, welche von außenher auf ſie wirken müßten, zuſammenhiengen, und ſo ein Ganzes ausmachten. In allen dieſen Fällen kann es aber doch wahrhaftig keine wahre Auflöſung genennet werden, ſondern es wäre ja nur Nebeneinanderſtellung der Atome. Folglich würden in der wirklichen Natur ganz allein gemengte aber keine gemiſchten Körper ſtatt finden können. Und was endlich die äußere Kraft anlangt, welche die Theile des aufzulöſenden Körpers trennte, ſo liefe dieß wieder wie bey der Attraktion, auf die Thorheit hinaus, daß der Schöpfer die wirkende Urſache bey jeder Auflöſung ſeyn müſſe.

Vorzüglich gaben die Auflöſungen der Körper einen ſtärkſten Beweis für die Richtigkeit des dynamiſchen Syſtems ab. Hier liegen ſchon ohne Zwang, ohne Ungereimtheit die Urſachen der Auflöſungen in den Körpern ſelbſt, und eben daher nehmen beide, nämlich der aufzulöſende Körper und das Auflöſungsmittel, wechſelſeitigen Antheil an der Natur derſelben, und conſtituiren einen ganz neuen Kör-

per von eigener Natur. Man kann ſich eine Auflöſung gedenken, worin kein Theil der einen Materie angetroffen wird, welcher nicht mit einem Theile der andern von jener ſpecifiſch verſchiedenen Materie in demſelben Verhältniſſe, wie die ganzen, vereiniget iſt, und eine ſolche Auflöſung heißt eine **abſolute Auflöſung**, welche zugleich eine **chemiſche Durchdringung** iſt. Denn ſo lange die Theile einer aufgelöſeten Materie noch Klümpchen enthält, ſo muß ſich aus eben dem Grunde, wie bey größern Theilen, annehmen laſſen, daß noch eine Auflöſung möglich ſey, ja daß ſogar dieſe erfolgen müſſe, ſo lange die aufzulöſende Kraft dauert, bis endlich kein Theil mehr da iſt, welcher nicht aus der aufzulöſenden Materie und aus dem Auflöſungsmittel in eben dem Verhältniſſe zuſammengeſetzet wäre, worin beide zu einander im Ganzen ſind. Da nun in einem ſolchen Falle kein Theil von dem Raumesinhalte der Auflöſung ſeyn kann, welcher nicht einen Theil von dem Raumesinhalte des Auflöſungsmittels enthielte, ſo muß auch dieſes als ein Zuſammenhängendes den ganzen Raum erfüllen. Weil auch ferner kein Theil eben deſſelben Raumesinhaltes der Auflöſung ſeyn kann, welcher nicht einen Theil der aufgelöſeten Materie enthielte, ſo muß auch dieſe, als ein Zuſammenhängendes, den ganzen Raum erfüllen. Dieſemnach würde auch eine abſolute Auflöſung eine Durchdringung der Materie ſeyn, welche nicht außer, ſondern in einander zuſammen einen Raum annehmen, welcher ſich nach der Summe ihrer Dichtigkeit richtet. Dieſe chemiſche Durchdringung, gegen welche auch nicht das mindeſte einzuwenden iſt, enthielte nun zugleich eine vollendete Theilung ins Unendliche, welche ebenfalls ſo wenig Widerſprechendes hat, als die abſolute Auflöſung, weil die Auflöſung durch eine Reihe Augenblicke mit Beſchleunigung geſchiehet, folglich auch die gänzliche Auflöſung in einer anzugebenden Zeit vollendet werden kann. Geſetzt auch die chemiſche Kunſt wäre nicht vermögend, eine ſolche abſolute Auflöſung zu bewirken, ſo folgt doch nicht, daß die Natur ſie nicht in ihrer Gewalt habe. Schon

daraus läßt ſich dieſes beweiſen, weil die chemiſche Kunſt es bey weitem noch nicht ſo weit gebracht hat, die einfachſten Beſtandtheile derjenigen Materien, welche gewiß noch mit andern ſpecifiſch verſchiedenen Materien aufs genaueſte verbunden ſind, aufzufinden.

Zwey feſte Körper können untereinander keine Auflöſung bewirken; daher hatten auch ſchon die Alten den Grundſatz: Corpora non agunt, niſi fluida. Es muß folglich wenigſtens der eine Körper flüſſig gemacht, d. h. er muß geſchmolzen werden, wenn zwiſchen beiden Körpern eine Auflöſung vor ſich gehen ſoll. Den Grund hiervon ſucht man gemeiniglich darin, weil die Summe der Cohäſionskräfte der gleichartigen Theile feſter Körper größer iſt, als die Summe der Verwandſchaften. Allein es erfordert die Möglichkeit der feſten Körper außer dem Zuſammenhange ihrer Theile noch einen ganz andern Erklärungsgrund, wie aus dem Artickel **Körper, feſte** erhellen wird, alſo kann darin unmöglich die Urſache liegen: vielmehr ſcheint die Auflöſung die weſentliche Bedingung vorauszuſetzen, daß die Theile, wenigſtens des einen Körpers, eine große Verſchiebbarkeit beſitzen, um ſich ungehindert, vermöge ihrer eigenen Kräfte, aufs innigſte verbinden zu können. Da dieß nun bey den Theilen der feſten Körper wegen ihrer Reibung an einander nicht Statt findet, ſo fällt auch jene Bedingung weg, und dieſerwegen können auch zwey feſte Körper unter einander ſich nicht auflöſen. Ich bin überzeuget, daß zwey feſte Körper ſich eben ſo gut, wie flüſſige, aufs genaueſte vereinigen würden, wenn keine Reibung zwiſchen den Theilen derſelben Statt fände, weil alsdann ſchon ihre eigene Kräfte ſich wirkſam erzeigen müßten. Es liegt alſo der eigentliche Grund der Unauflöslichkeit der feſten Körper in einander mehr in der Reibung als in den Cohäſionskräften der Theile unter einander. Aus dieſer Urſache können ſelbſt getrennte Theile einen und des nämlichen feſten Körpers ſich nicht anders wieder vereinigen, als wenn ſie zuſammengeſchmolzen werden. Dieß hat nun den Unterſchied der **Auflöſungen**

auf dem naſſen Wege (ſolutiones humidae) und der Auflöſungen auf dem trockenen Wege (ſolutiones ſiccae) veranlaſſet. Bey jenen iſt von den ſich aufzulöſenden Körpern wenigſtens der eine an und für ſich ſchon im flüſſigen Zuſtande, bey dieſen aber müſſen ſie erſt flüſſig gemacht d. h. geſchmolzen werden, ehe ſie ſich auflöſen können. Wenn das Auflöſungsmittel ſo viele Theile von dem aufzulöſenden Körper aufgelöſet hat, daß es nun keine Theile mehr aufzunehmen ſcheinet, ſo ſagt man, das Auflöſungsmitel ſey **geſättiget** (ſaturatum). Man ſtellt ſich nämlich die Sache ſo vor, als wenn das Auflöſungsmittel die aufgelöſeten Theile aufnähme, und ſobald es geſättiget iſt, keine mehr aufnehmen könnte. Dieß rührt eigentlich von der falſchen Vorſtellung her, als wenn die aufgelöſeten Theile in die leeren Zwiſchenräume des Auflöſungsmittels ſich begäben, und wenn dieſe voll gepfropft wären, keine Auflöſung mehr Statt finde. Uebrigens iſt die Sättigung bey vielen Körpern nach der verſchiedenen Temperatur gar ſehr verſchieden. Das Volumen, welches die Auflöſung einnimmt, kann der Summe der Räume, welche die einander aufzulöſenden Materien vor der Vermiſchung erfülleten, gleich oder kleiner oder größer ſeyn, nachdem die aufzulöſenden Kräfte die zurückſtoßenden im Verhältniſſe ſtehen *).

Weil keine Auflöſung anders Statt finden kann, als wenn die beiden Materien in eine unmittelbare Berührung kommen, ſo laſſen ſich auch keine andre Kräfte bey der Auflöſung wirkſam gedenken, als Cohäſionskräfte. Da nun aber die Cohäſion bloß aus der Erfahrung erkennbar iſt, und a priori gar nicht erkannt werden kann, indem ſie nicht zur Möglichkeit der Materie gehöret; ſo entſtehet eine der wichtigſten Fragen, welche allererſt unter dem Artickel **Cohäſion** beantwortet

*) *Io. Dav. Hahn* diſſ. de efficacia mixtionis in mutandis corporum voluminibus L. B. 1751. 4. Anmerkung über die Gußprobe auf Zinn und Bley von Axelbergenſtierna; in d. ſchwed. Abhandl. B. I. 1780. S. 156. überſetzt in Crells neueſten Entdeckungen, Th. VIII. S. 162.

wortet werden kann, unter welchem Geſichtspunkte können die Cohäſionskräfte eine oftmahls ſo heftige Wirkung der Auflöſungen zu Wege bringen?

Auflöſungsmittel (menſtrua, menſtrues) ſ. **Auflöſung.**

Auflöſungsſyſtem ſ. **Ausdünſtung.**

Aufſteigender Knoten ſ. **Knoten.**

Aufſteigende Zeichen ſ. **Zeichen.**

Aufſteigung, gerade, Rectaſcenſion (aſcenſio recta, aſcenſion droite) iſt der Bogen (fig. 24.) ve des Aequators, welcher zwiſchen dem Frühlingspunkte v und dem Abweichungskreiſe pſq des Geſtirnes ſ enthalten iſt. Der Nahme gerade Aufſteigung rührt eigentlich von dem Punkte e des Aequators her, welcher den Bogen ve begrenzt; denn dieſer Punkt e geht unter der Linie mit dem Geſtirne ſ zugleich auf, d. h. er ſteigt mit ihm **gerade auf.** Man zählet die Grade der geraden Aufſteigung vom Frühlingspunkte an, von Abend gegen Morgen, oder von der Rechten zur Linken, woher leicht zu begreifen, daß die gerade Aufſteigung eines Geſtirns beynahe 360 Grade haben könne.

Wenn die gerade Aufſteigung verſchiedener Geſtirne gleich groß iſt, ſo haben ſie alle ihre Stelle in einerley Deklinationskreiſe, und culminiren zu gleicher Zeit. Iſt aber ihre gerade Aufſteigung verſchieden, ſo kommen ſie nach derjenigen Ordnung in den Mittagskreis, nach welcher die Grade der geraden Aufſteigung gerechnet werden. Iſt alſo die gerade Aufſteigung eines Sterns bekannt, ſo läßt ſich auch die gerade Aufſteigung eines jeden andern Sternes finden. Man beobachte nämlich die Zeit nach einer Uhr, welche nach der Sternzeit eingerichtet iſt, die von dem Augenblicke an, da der erſte Stern in den Mittagskreis kömmt bis zu dem Augenblicke, da der nachfolgende culminiret, verfließet, und verwandele ſie in Bogen des Aequators, ſo hat man die Aſcenſionaldifferenz, woraus ſich die gerade Aufſteigung des andern Sternes finden läßt. (M. ſ. **Aſcenſionaldifferenz.**)

Um

Um aber die gerade Aufſteigung eines Fixſternes zu finden, muß man die Zeit nach einer Uhr, welche die Sternzeit genau zeiget, da der Stern culminiret, aber auch zugleich die Culmination der Sonne, welche entweder dem Stern vorgehet oder demſelben folget. Die Zeit, welche nach der Culmination des einen bis zur Culmination des andern verfließt, verwandele man in Grade des Aequators, ſo hat man den Zeitbogen zwiſchen dem Deklinationskreiſe der Sonne und dem Deklinationskreiſe des Sternes. Aus der Mittagshöhe der Sonne findet man ihre Deklination, und hieraus ferner ihre Rektaſcenſion, welche ſie zu Mittage hat, und hierzu addiret oder ſubtrahiret man den vorhin gefundenen Zeitbogen zwiſchen den beyden Deklinationskreiſen der Sonne und des Fixſternes.

Die Rektaſcenſion der Geſtirne, mittelſt der Buchſtabenrechnung zu finden, lehret **Käſtner** in den aſtronomiſchen Abhandlungen, 3te Abhandlung. §. 528.

Aufſteigung, ſchiefe (aſcenſio obliqua, aſcenſion oblique) iſt der Bogen (fig. 24.) vo des Aequators, welcher zwiſchen dem Frühlingspunkte v, und dem mit einem Geſtirne ſ zugleich aufgehenden Punkte o des Aequators enthalten iſt. Hieraus folgt, daß die ſchiefe Aufſteigung ein und des nämlichen Geſtirnes in verſchiedenen Orten der Erde auch verſchieden ſeyn müſſe. Die Differenz der geraden und ſchiefen Aufſteigung wird die **Aſcenſionaldifferenz** genennt, wovon bereits ſchon oben iſt gehandelt worden.

Aufthauungspunkt ſ. **Thermometer.**

Aufthauen des Eiſes ſ. **Thauwetter.**

Auge (oculus, oeil) iſt das natürliche Werkzeug zum Sehen. Wenn man ſich eine recht deutliche Vorſtellung vom Sehen der ſichtbaren Objekte machen will, ſo müſſen die Geſetze der Brechung der Lichtſtrahlen in den Glaslinſen als bekannt vorausgeſetzet werden. (M. ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen, Linſengläſer**). Dadurch läßt es ſich alsdann auch leicht beurtheilen, welche Werkzeuge einem fehlerhaften Auge zum deutlichen Sehen dienlich ſind. Was

den Bau des menſchlichen Auges ſelbſt anbetrifft, ſo hat der ſo genannte **Augapfel** (bulbus oculi) beynahe die Geſtalt einer Kugel, nur daß der durchſichtige Theil vorne etwas hervorragend iſt. Er liegt beynahe ganz in der kegelförmig gebildeten **Augenhöhlung** (orbita), iſt daſelbſt mit vielem Fett verſehen, und durch ſechs **Augenmuſkeln**, wovon vier gerade, die beiden andern ſchief wirken, nach allen Seiten beweglich. Uebrigens wird er theils vor zu ſtarkem einfallenden Lichte, theils aber auch vor anderen Unreinigkeiten durch die **Augenlieder** (palpebrae) und durch die **Augenwimpern** (cilia) geſchützt. Der Durchmeſſer des Augapfels beträgt bey einem erwachſenen Menſchen etwa $11\frac{1}{3}$ par. Linien.

Der Augapfel ſelbſt beſteht aus verſchiedenen **Häuten** (membranae). Die äußerſte von dieſen Häuten iſt von Farbe weiß, ſehr feſt und elaſtiſch, dick und aus mehreren Blättern beſtehend, und umgibt den ganzen Augapfel. Sie heißt daher auch die **harte Haut** (ſclerotica). Gegen den Vordertheil des Auges zu wird ſie jedoch dünner und biegſamer, und am vordern Theile ganz durchſichtig, und eben dieſer durchſichtige Theil der harten Haut heißt die **Hornhaut** (cornea transparens, tunica cornea). Dieſe Hornhaut iſt das Segment von einer Kugel, deren Halbmeſſer etwas kleiner iſt, als der Halbmeſſer des übrigen zum Augapfel gehörigen Theils; daher iſt ſie auch etwas mehr erhaben, als es ſonſt ſeyn würde, wenn das Auge eine völlige Kugel wäre. Jedoch haben beyde Kugelſtücke eine gemeinſchaftliche Axe, welche zugleich die Axe des ganzen Auges iſt. Die Hornhaut iſt noch an der innern Fläche mit einer andern Haut bekleidet, welche man die **desmourſche Membran** nennt, und welche ſehr elaſtiſch iſt. In dem Hintertheile der harten Haut, etwas zur Seite nach der Naſe zu, gehet der **Augennerve, Sehenerve** (neruus opticus) durch ein rundes Loch in den Augapfel, und es hängt hier die dicke **Hirnhaut** (dura mater), welche dem Sehenerven zur äußern Hülle dienet, mit der harten Haut zuſammen. Die harte Haut wird noch von einer Lamelle der dünnen Hirnhaut

haut **Gefäßhaut** (pia mater) an der innern Seite bedeckt, welche aus der innern Hülle des Sehenerven entſpringt, und ſich bis an die Hornhaut erſtreckt. Der übrige innere markige Theil des Sehenerven, welcher gleichſam als eine fortgeſetzte Subſtanz des Gehirns angeſehen werden kann, geht in eine weiße niedergedrückte koniſche Warze aus. Zur Seite dieſer Warze breitet ſich die Subſtanz des Nerven zur innerſten Haut des Auges aus, welche nachher angeführet werden ſoll. Den vordern Theil des Augapfels, ſo wie die Hornhaut ſelbſt, bedeckt noch von außen die **angewachſene Haut** (tunica adnata ſ. coniunctiua), welche mit der innern Haut der Augenlieder einerley iſt. Verſchiedene Anatomen wollen noch unter dieſer angewachſenen Haut eine **weiße Haut** (albuginea) wahrgenommen haben, welche als eine Verlängerung der Augenmuſkeln, oder als eine Fortſetzung ihrer Membranen anzuſehen iſt, und die eigentliche Urſache der Weiße ſeyn ſoll; allein **Zinn** *) läugnet ſie, und behauptet, daß die weiße Farbe der harten Haut ſchon eigen ſey.

Gleich unmittelbar unter der harten Haut liegt eine zarte Haut, die ſo genannte **braune Haut, Gefäßhaut, Aderhaut** (tunica choroidea). Sie nimmt ihren Anfang vom Rande des Sehenerven, umſchließt die kegelförmige Warze, mit welcher ſich die markige Subſtanz des Sehenerven endiget, und erſtreckt ſich bis an die Hornhaut, und hängt daſelbſt mit der feſten Haut in einem völligen Kreiſe zuſammen. Auswendig hat ſie eine braune, inwendig aber eine faſt ſchwarze Farbe. Den Kreis, welchen ſie mit der feſten Haut beym Urſprunge der Hornhaut durch vieles Zellgewebe macht, nennt man den **Ciliarkreis** (orbiculus ciliaris). In dieſem Kreiſe iſt eine Höhle, welche rund um das Auge läuft, und daher einen Canal bildet, welcher nach dem Erfinder deſſelben **Fontana's Canal** genennet wird. An dieſem Ciliarkreiſe iſt eine runde, wie ein Ring gebildete,

*) Deſcriptio anatomica oculi humani. Goetting. 1755. 4.

Membran angebracht, welche in der Mitte mit einem Loche verſehen iſt, und welche hinter der Hornhaut faſt in vertikaler Richtung herab hängt; die vordere Fläche derſelben nennt man die **Regenbogenhaut** (iris), die hintere Fläche aber, welche mit einer dicken ſchwarzen Farbe verſehen iſt, die **Traubenhaut** (vuea); dieſe Membran zuſammengenommen heißt gewöhnlich der **Augenſtern**. Ihr Nutzen iſt, wie bey den Fernröhren, daß die auffallenden Strahlen nahe an der Augenaxe durch das Loch ins innere Auge gehen, und die entferntern eben dadurch abgehalten werden, daher Herr **Sömmering** ihr den ſehr paſſenden Nahmen **Blendung** gegeben hat. Das Loch dieſer Membran, welches gegen die Naſe zu näher liegt, und an der äußern Seite etwas größer iſt, heißt die **Oeffnung des Augenſternes, Pupille, Sehe** (pupilla). An den Flächen des Augenſternes nimmt man Streifen gewahr, welche ſich von dem äußern Umfange bis zu der Pupille erſtrecken; ſie beſtehen aus zarten Gefäßen mit Untermiſchung feiner Nerven. Die Abwechſelung dieſer Gefäße und Nerven mit der dazwiſchen durchſchimmernden ſchwarzen Farbe gibt dem Augenſterne eine verſchiedene Farbe, und eben daher erhält das Auge den Nahmen eines ſchwarzen, blauen, grauen u. ſ. Auges. Die Pupille hat die merkwürdige Eigenſchaft, daß ſie ſich bey ſtärkerem und ſchwächerem Lichte unwillkürlich mehr verengern und mehr erweitern kann. Verſchiedene Zergliederer, als **Ruyſch, Heiſter**, und ganz neuerlich **Monro** *), haben um den Rand der Pupille ringförmige Fibern finden wollen, woraus ſie die Verengerung und Erweiterung der Pupille bey ſtärkerem und ſchwächerem Lichte hergeleitet haben; andere hingegen ſind der Meinung, daß dieſe angegebenen ringförmigen Fibern bloß kleine Arterien ſeyn, und daß die Verengerung und Erweiterung der Pupille bloß von dem ſtärkern und ſchwächern Eindrange des Blutes in ſelbige herrühre; noch andere endlich, wie **Haller**, ſuchen die Verengerung und Erweiterung der

*) Treatiſe on the Brain, the Eye and the Ear. Edinburgh. 1797.

der Pupille bloß durch den ſtärkern und ſchwächern Zufluß der Säfte in die feinen Gefäße derſelben. Von dem Ciliarkreiſe hinter der Traubenhaut, alſo vom vordern Ende der braunen Haut gehen viele ſtreifige, für ſich weiße Falten ab, welche ſich wie Flocken endigen, und mit einer Menge von Gefäßen verſehen ſind, die an dem einen Ende parallel neben einander hinlaufen, am andern Ende aber ſich ſchlängeln, und auf eine wunderbare Weiſe in einander flechten; man nennt ſie die **Ciliarfortſätze** oder **Bänder** (proceſſus ciliares ſ. ligamenta ciliaria). Sie bilden zuſammengenommen einen Ring, welcher von einigen **Ciliarkörper** (corpus ciliare) genennet wird, und in deſſen Oeffnung die Capſel der Cryſtalllinſe zu liegen kommt.

An die Aderhaut ſchließt ſich nun noch die dritte Haut unter dem Nahmen **Netzhaut** oder **Markhaut** (retina) an. Sie iſt bloß eine Verbreitung des ins Auge getretenen Markes des Sehenerven, und iſt bey ältern Perſonen ganz undurchſichtig, bey jüngern aber durchſichtig. Dieſe Haut verurſachet eigentlich die Empfindung des Sehens, indem die im Auge gebrochenen Strahlen auf ſelbige fallen, und daſelbſt das Bild von dem äußern Gegenſtande machen. Auf dieſer Markhaut befindet ſich, nach **Sömmerings** Entdeckung neben dem Sehenerven nach außen zu gerade in der Augenaxe, ein eyrunder gelblicher, in der Mitte ſtärker, nach dem Umfange zu ſchwächer, gefärbter Fleck, und die Netzhaut bildet hier eine geſchlängelte Falte. An dieſer Stelle iſt die Markhaut viel dünner, markiger, wie die übrige Netzhaut, beſonders nach ihrem Mittelpunkte zu, wo ſich ſo gar ein kleines rundes Loch befindet, mit zwar ſehr dünnen, aber rein abgeſchnittenen Rändern, durch welches die braune Farbe der braunen Haut ſichtbar iſt *).

*) Ueber einen gelben Fleck und ein Loch in der Nervenhaut des menſchlichen Auges vom Herrn D. Michaelis: im Journal der Erfindungen, Theorien und Widerſprüche in der Natur und Arzneywiſſenſchaft. St. XV. S. 3 u. f.

Innerhalb der von allen dieſen beſchriebenen Häuten des Auges gebildeten Höhle befinden ſich zur Brechung des Lichtes die ſo genannten **Feuchtigkeiten** des Auges, deren drey zu merken ſind: 1) die **gläſerne Feuchtigkeit** (humor vitreus), 2) die **kryſtallene Feuchtigkeit** (humor cryſtallinus) und 3) die **wäſſerige Feuchtigkeit** (humor aqueus).

Die gläſerne Feuchtigkeit, welche man auch den **Glaskörper** (corpus vitreum) nennt, füllt die ganze Höhle der Netzhaut aus, und nimmt den größten Theil im Innern des Auges ein. Sie hat die Geſtalt der Gallerte, iſt aber ſehr durchſichtig, und von einer feinen zelligen Struktur. Sie hat vorn eine von der Cryſtalllinſe herrührende Concavität, und iſt mit einer äußerſt durchſichtigen Haut, welche man die **Glashaut** (membrana hyaloidea) nennt, umgeben.

Die cryſtallene Feuchtigkeit oder die **Cryſtalllinſe** (lens cryſtallina) iſt eigentlich nicht ſo wohl eine Feuchtigkeit, als vielmehr ein feſter Körper. Er beſteht eigentlich aus mehreren über einander liegenden, und aus zäher Gallerte beſtehenden Blättern, welcher inwendig einen etwas feſten Kern hat. Seine Figur iſt linſenförmig, jedoch ſo, daß die äußere Seite nicht ſo ſehr erhaben, wie die innere iſt. Uebrigens hat er eine völlige Klarheit und Durchſichtigkeit; bey alten Perſonen fällt er etwas ins Gelbliche. Die Blätter ſind durch ſechs Scheidewände, von denen je drey vom Scheitel jeder Halbkugel der Linſe gehen, getrennt, wie ſich nach Herrn **Reils** *) Entdeckung am beſten durch Macerirung der Linſe in ſchwacher Salpeter- oder Schwefelſäure zeigen läßt. Die Linſe ſelbſt iſt in einer ſehr zarten durchſichtigen Kapſel eingeſchloſſen, welche man die **Kapſel der Cryſtalllinſe** (capſula lentis cryſtallinae) nennt; jedoch berührt ſie dieſe nicht unmittelbar, indem ſie mit einem ſehr klaren Waſſer, welches die **morgagniſche** Feuchtigkeit (liquor Morgagnii) genennet wird, umge-

*) Von der faſerichten Struktur der Cryſtalllinſe in Grens Journ. der Phyſ. B. VIII. S. 325 f.

umgeben iſt. Die Kapſel hängt ziemlich feſt an der Glashaut; am Umfange des Randes bleibt aber ein Raum übrig, welcher, wenn er aufgeblaſen wird, einen Ring bildet, welcher durch einige ſehr feine Bändchen hin und wieder getheilet iſt, und daher ſo ausſiehet, als ob er aus lauter Blaſen und Perlen zuſammengeſetzet wäre; man nennt ihn den **petitſchen Cirkel** (circulus Petiti).

Was endlich die wäſſerige Feuchtigkeit betrifft, ſo erfüllet dieſe den vordern Theil des Auges zwiſchen der Hornhaut und der Kapſel der Cryſtalllinſe. Der ganze Raum wird in zwey Augenkammern eingetheilet; die **hintere Augenkammer** (camera oculi poſterior) iſt nämlich der Raum, welcher zwiſchen der Kapſel der Cryſtalllinſe und der Traubenhaut übrig iſt, die **vordere Augenkammer** (camera oculi anterior) aber derjenige Raum, welcher zwiſchen der Hornhaut und der Regenbogenhaut ſich befindet. Die wäſſerige Feuchtigkeit füllt beyde Kammern aus, und treibt die Hornhaut in die Höhe. Die beyden Augenkammern ſind an Größe ungleich, die vordere iſt größer und ſtellt das Segment einer Kugel vor, die hintere hingegen iſt kleiner, und bildet einen dreyeckigen krummlinigen Raum; beyde haben aber durch die Pupille eine Gemeinſchaft. Dieſe wäſſerige Feuchtigkeit ſcheint von den Arterien der Ciliarfortſätze und des Augenſterns abgeſondert, und durch zarte einſaugende Gefäße wieder eingeſogen zu werden, damit es ſich nicht zu ſehr anhäuffen möge. Sie wird leicht wieder erſetzet, wenn ſie bey einer an der Hornhaut vorgenommenen Oeffnung ausgefloſſen iſt.

Petit *) hat von dem menſchlichen Auge folgende Abmeſſungen mitgetheilet: die Hornhaut iſt ein Kugelſegment, wovon der Durchmeſſer gewöhnlich $7\frac{1}{2}$ Linien, auch wohl nur 7 und bis 8 Linien beträgt, und der Durchmeſſer der Grundfläche dieſes Kugelſtücks, welcher zugleich den Durchmeſſer der Traubenhaut oder der Regenbogenhaut abgibt, iſt $4\frac{2}{3}$, 5 bis $5\frac{1}{2}$ Li-

*) Hiſtoire de l'Académie de Paris. an. 1725.

$5\frac{1}{2}$ Linien, und die Höhe dieſes Segmentes $\frac{3}{4}$, 1 bis $1\frac{1}{4}$ Linien. Es iſt folglich die Axe des Auges oder die Geſichtsaxe etwa um eine halbe Linie länger als der Durchmeſſer des Augapfels. Die Dicke der hintern Kammer vom Umfange des Sternes bis an die Linſe fällt zwiſchen $\frac{1}{8}$ und $\frac{1}{2}$ Linie, und iſt am gewöhnlichſten $\frac{1}{4}$ Linie; gegen den Umfang der Cryſtalllinſe wird die Dicke dieſer Kammer noch ein Mahl ſo groß, und insgemein beträgt der Abſtand der Hornhaut von der Cryſtalllinſe nicht über $1\frac{1}{6}$ Linien. Der Augenſtern hat eine veränderliche Oeffnung zwiſchen 1 und 3 Linien im Durchmeſſer. Der Durchmeſſer der Cryſtalllinſe hat $3\frac{1}{2}$ bis $4\frac{1}{2}$ Linien, am gewöhnlichſten 4 Linien, die Dicke beträgt $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ gewöhnlich 2 Linien. Der Durchmeſſer der Vorderfläche der Cryſtalllinſe beträgt $1\frac{1}{2}$ Zoll, alſo 12 bis 18 Linien, der der hintern Fläche aber 5, $5\frac{1}{2}$ bis 6 Linien. Eben dieſe Angaben des **Petit** hat **Jurin** *) auf engliſches Maß reduciret, und alle dieſe Abmeſſungen in engliſchen Decimallinien folgender Maßen angegeben:

Halbmeſſer der Krümmung der Hornhaut insgemein	3,3294
Halbmeſſer der vordern Krümmung des Kryſtalles, ein Mittel aus 26 Augen genommen —	3,3081
Halbmeſſer der hintern, eben ſo gefunden	2,5056
Größte Dicke des Kryſtalls, aus eben den Augen	1,8525
Axe der Hornhaut und der wäſſerigen Feuchtigkeit zuſammen, insgemein — —	1,0358.

Nach **Rochon** verhält ſich die mittlere Brechbarkeit des Glaskörpers gegen die Luft wie 1,33 : 1, und der Linſe nach **Jurin** 1,46 : 1.

Aus den von Petit angegebenen Abmeſſungen hat **Klügel** ⁎⁎) durch Rechnungen folgende Reſultate gefunden:

Entfer-

*) Abhandlung vom deutlichen und undeutlichen Sehen im Auszuge in Smith's Lehrbegriff der Optik nach der Käſtneriſchen Ueberſetz. am Ende.

⁎⁎) Priſtley's Geſchichte der Optik ins Deutſche überſetzt S. 466.

Entfernung des Objektes	unendlich	265 Linien	80 Linien
Vereinigungsweite von der Vorderfläche d. Hornhaut nach			
der erſten Brechung	13,316	13,837	15,215
der zweyten Brechung	11,196	11,766	12,354
der dritten Brechung	8,998	9,328	9,659

Die Vereinigungspunkte 9,328 Linien iſt das arithmetiſche Mittel zwiſchen den Vereinigungsweiten, wenn die Entfernung des Objektes auf der Axe entweder unendlich oder 8 Zoll iſt, und hieraus iſt rückwärts die dazu gehörige Entfernung des Gegenſtandes 26½ Zoll gefunden. Wenn dieſe Vereinigungsweite 0,9328 londner Zoll auf pariſer Maß gebracht wird, ſo erhält man 0,8754 pariſ. Zoll oder 10½ par. Duodecimallinie. Hiernach würde alſo das Bild des Geſtandes auf die Markhaut fallen, weil nach Petit die Augenaxe eines erwachſenen Menſchen zwiſchen 10 bis 12 Linien fällt. Wenn nämlich ein leuchtender Punkt (fig. 25.) a entweder in der Augenaxe, oder nahe dabey ſich befindet, ſo werden alle diejenigen Lichtſtrahlen, welche auf die Hornhaut fallen, in der wäſſerigen Feuchtigkeit ſo gebrochen, daß ſie hinter der Hornhaut in einerley Vereinigungspunkt zuſammenlaufen, und daſelbſt ein Bild davon verurſachen würden; in dieſer Lage fallen ſie aber auf die Kryſtallinſe, und werden durch eine doppelte Brechung in der vordern und hintern Fläche derſelben ſich in einem Punkte vereinigen, welcher der Linſe noch näher liegt. Geſetzt auch der Gegenſtand wäre dem Auge ſo nahe, daß das Bild davon nach der Strahlenbrechung in der wäſſerigen Feuchtigkeit nur geometriſch wäre (ſ. **Linſengläſer**), ſo würden demnach die vom Bilde herkommenden Strahlen in der Kryſtallinſe ſo gebrochen werden, daß das Bild hinter dieſelbe fallen, und ein phyſiſches Bild zuwege bringen müßten. Hierbey käme es nun noch auf die Entfernung a e des Gegenſtandes a von dem Auge an, damit der Abſtand e f des Bildes f von der Kryſtalllinſe gerade ſo groß wäre, als die Entfernung der Netzhaut von derſelben. So bald nun das Bild eines

ſichtbaren Gegenſtandes in dem Auge auf die Netzhaut fällt, ſo bewirket ſelbiges die Empfindung des Sehens. Dieſe Empfindung wird nun deutlich ſeyn, wenn das Bild auf der Netzhaut deutlich iſt, im Gegentheile aber undeutlich, wenn das Bild undeutlich iſt. Was aber die Empfindung des Sehens mit unſerm Urtheile über dieſe Empfindung für einen Zuſammenhang habe, das ſoll unter dem Artickel **Sehen** berühret werden. Wenn alſo das Auge ein Objekt in einer gewiſſen Entfernung deutlich ſehen kann, ſo müßte es dem Auge undeutlich werden, wenn es ſich von demſelben weiter entfernte. Allein die Erfahrung lehret, daß auch einerley Objekt in verſchiedenen Entfernungen vom Auge noch immer deutlich geſehen werde. Dieß hat zu vermuthen Anlaß gegeben, daß ſich das Auge ſo verändern könne, daß allemahl das Bild des Objektes auf die Netzhaut fallen müſſe; und es läßt ſich nach Herrn **Young** *) aus der faſerigen Struktur der Kryſtalllinſe allerdings ſchließen, daß unſer Auge das Vermögen beſitze, ſich erhabener zu machen, oder aus der biconvexen Form mehr der Kugelgeſtalt zu nähern, ſo daß die Halbmeſſer ihrer Krümmungen kleiner werden, wodurch folglich auch die Entfernung des Bildes von der Kryſtalllinſe kleiner wird. Mit dieſer Veränderung läßt ſich auch eine andere ſehr wohl gedenken, woraus auch die Deutlichkeit des Sehens in verſchiedenen Entfernungen erkläret werden kann, nämlich eine größere oder geringere Zuſammendrückung der harten Haut durch die Augenmuſkeln, wodurch zugleich die Hornhaut erhabener werden kann. Deſſen ungeachtet werden aber dieſe Veränderungen ihre Grenzen haben, und es gibt daher auch allemahl einen gewiſſen Abſtand des Gegenſtandes vom Auge, bey welchem es ſelbigen am deutlichſten ſiehet, welcher aber immer undeutlicher wird, je weiter ſich derſelbe vom Auge entfernet, es mag übrigens der Gegenſtand groß oder klein ſeyn. Das Bild des Gegenſtandes, welches auf die Netzhaut

*) Beobachtungen über das Sehen von Hrn. Thom. Young in Grens Journal der Phyſik, B. VIII. S. 410. u. f.

haut fällt, liegt verkehrt auf derſelben, wie dieß durch die Erfahrung leicht beſtätiget werden kann, wenn von einem Anatom die harte Haut am hintern Theile des Auges geſchickt abgelöſet wird, ſo daß man in das Auge ſehen kann. Gewöhnlich ſetzt man die Weite, auf welche ein geſundes Auge kleine Gegenſtände deutlich ſehen kann, auf 12 bis 16 Zoll. Das Auge, welches dergleichen kleinere Gegenſtände auf dieſe Weite nicht deutlich wahrnehmen kann, iſt mehrentheils fehlerhaft. In einem ſolchen Falle fällt entweder das Bild nahe vor die Netzhaut, und die Strahlen fahren hinter derſelben wieder auseinander, und verbreiten ſich auf der Netzhaut in dem Kreiſe, oder es iſt das Bild von der Kryſtalllinſe weiter entfernet, als die Netzhaut, indem alsdann dieſelbe von dem hinter der Linſe zuſammengehenden Strahlenkegel eher geſchnitten wird, als ſich die Strahlen in dem gehörigen Bilde vereiniget haben, und verbreiten ſich daher auf der Netzhaut ebenfalls in einem Kreiſe. Im erſten Falle nennt man das Auge **kurzſichtig** (myops), im andern aber **weitſichtig** (presbyta). Gewöhnlich iſt die Weite, bey der kurzſichtige Perſonen kleine Gegenſtände noch deutlich erblicken können, 4 bis 6 Zoll, und die der weitſichtigen oft 2 bis 3 Fuß. Für eine kurzſichtige Perſon iſt eine Hohllinſe brauchbar, um ein entferntes Objekt deutlich zu ſehen; für eine weitſichtige Perſon hingegen iſt eine erhabene Glaslinſe dienlich, um durch ſelbige nahe gelegene Sachen mit Deutlichkeit zu betrachten; nur kommt es bey beiden Gläſern darauf an, wie die Figur derſelben ſeyn müſſe, damit das Bild auf die Netzhaut falle. Weiß man nun die Entfernung, auf welche ein fehlerhaftes Auge kleine Sachen deutlich ſehen kann, ſo läßt ſich die Fokuslänge eines Glaſes durch eine leichte Rechnung finden, welches vor das Auge gehalten, die Sachen eben ſo deutlich darſtellet, als bey einem geſunden Auge. Für eine weitſichtige Perſon findet man die Fokuslänge eines erhabenen Glaſes, wenn man die Entfernung, auf welche ſie noch gut ſehen kann, mit derjenigen Entfernung, welche ein geſundes Auge zum deutli-

deutlichen Sehen braucht, multiplicitet, und dieſes Produkt durch die Differenz jener beiden Entfernungen dividiret, der Quotiente iſt die geſuchte Brennweite. Für eine kurzſichtige Perſon iſt die Brennweite eingebildet, indem die Linſe ein Hohlglas ſeyn muß. M. ſ. **Linſengläſer.**

Die angegebene richtige Erklärungsart über die Empfindung des Sehens war den Alten ganz verborgen. Sie glaubten, daß die Strahlen von dem Auge nach den betrachteten Gegenſtänden zu ausgingen, und von da wieder nach dem Auge zurückgeworfen würden und gleichſam das Bild des Gegenſtandes mit ſich brächten, wie **Empedokles**, **Plato**, **Euklides** und die **Stoiker** annahmen. Erſt **Porta** α) entdeckte die Aehnlichkeit des Auges mit dem verfinſterten Zimmer; dadurch zeigte er zwar ſchon einen beſſern Weg zur Erklärung des Sehens; allein er ſtellte ſich die Sache ſelbſt noch unrichtig vor, indem er die Kryſtalllinſe für die Wand hielt, auf welcher ſich das Bild des Gegenſtandes abmahle, und glaubte, daß von jedem ſichtbaren Punkte nur ein einziger Strahl ins Auge käme. **Kepler** β) hingegen zeigte richtig die Art und Weiſe, wie es mit dem Sehen zugehe. Er lehrte nämlich, daß das Bild eines Gegenſtandes auf die Netzhaut fallen müſſe, wenn das Auge ſelbiges deutlich ſehen ſolle, und zeigte, daß von einem jeden ſichtbaren Punkte des Gegenſtandes ein ganzer Strahlenkegel auf das Auge fiel, deſſen Grundfläche die Hornhaut wäre, und daß man den Vereinigungspunkt der im Auge gebrochenen Strahlen beſtimmen könne, welcher das Bild des ſtrahlenden Punktes abgäbe. **Chriſtoph Scheiner** γ) überzeugte ſich von Keplers Erklärungsart durch unmittelbare Verſuche, indem er an einem Ochſen- oder Schafauge die hintern Häute bis auf die Markhaut wegſchnitt,

α) De refractione, optices parte libri IX. Neapol. 1583. 4.

β) Paralipomena ad Vitellionem ſ. aſtronomiae pars optica. Francof. 1604. 4. cap. 5.

γ) Oculus, ſiue fundamentum opticum, in quo radius viſualis eruitur, ſua viſioni in oculo ſedes decernitur, et anguli viſorii ingenium reperitur. Lond. 1652. 4.

wegſchnitt, und dadurch in das Auge ſehen konnte; hier erblickte er die Bilder derjenigen Gegenſtände, welche vom Auge in gehöriger Entfernung ſich befanden, auf der Markhaut deutlich.

Auch die Fehler der Augen und die längſt bekannten Mittel durch den Gebrauch der Gläſer hat zuerſt **Kepler** [α]) richtig erkläret. Er gibt nämlich für die unmittelbaren Urſachen der kurzſichtigen Perſonen eine zu erhabene oder zu dichte Cryſtalllinſe an, welche parallel auffallende Strahlen zu ſtark bricht, und ſie noch vor der Netzhaut in einerley Punkte wieder vereiniget; auch könne dieſer Fehler von einem allzugroßen Abſtande der Linſe von der Markhaut entſtehen; die Urſachen der weitſichtigen Perſonen hingegen ſetzt er in eine zu flache Cryſtalllinſe, und in einen allzukurzen Abſtand derſelben von der Markhaut. Als vorzügliche Folgen dieſer Fehler gibt **Adams** [β]), in einer leſenswürdigen Schrift, beſondere Lebensarten an. Solche Perſonen, welche bey ihren Geſchäften größtentheils im Freyen ſind, wie Landleute, Seeleute u. dergl. ſind gewöhnlich weitſichtig, hingegen diejenigen Perſonen, welche ſich mehr mit nahen und kleinen Gegenſtänden beſchäftigen, wie Künſtler, Gelehrte und dergl. ſind meiſtens kurzſichtig. Den Grund hiervon ſetzt er darin: das Auge werde eben ſo gut, wie andere Glieder des menſchlichen Körpers, durch Uebung geſtärket, und durch oftmahlige und anhaltende Wiederhohlung, ſehr weit entlegene oder nahe Gegenſtände zu betrachten, erhielten die Augenmuſkeln eine Fertigkeit und Stärke bloß in ſolchen gewöhnten Entfernungen deutlich zu ſehen. Wenn man alſo das Auge in einem geſunden Zuſtande erhalten wolle, ſo müſſe man abwechſelnd nahe und entfernte Gegenſtände betrachten; wären aber die Augen einmahl fehlerhaft geworden, ſo ſolle man ſich bey Zeiten ſchicklicher Gläſer

α) Paralip. ad Vitell. p. 200.

β) An eſſay on viſion etc. by *Ge. Adams*. Lond. 1789. 8. the 2d. edit. 1792. 8. Ge. Adam's Anweiſung zur Erhaltung des Geſichtes und zur Kenntniß der Natur des Sehens, aus dem Engl. von Friedrich Kries. Gotha 1794. 8.

Gläſer bedienen, um den Fehler nicht noch mehr zu vergrößern, wenn man das Undeutliche gar nicht betrachtete. Aus ganz andern Gründen ſucht John Stack *) die Fehler des Auges zu erklären. Er fand nämlich, daß verſchiedene kurzſichtige Perſonen nahe Gegenſtände durch ein kleines Loch deutlich ſahen, andere bey zuſammengezogener Pupille auf zwey Zoll weiter leſen konnten, als bey erweiterter Pupille, und daß vielen auf beiden Seiten erhabene oder auf beiden Seiten hohle Linſengläſer nichts halfen. Weil ihn nun die gewöhnliche Theorie hier nicht befriedigen kann, ſo nimmt er an, daß die Undeutlichkeit im Sehen bloß von der fehlerhaft vertheilten Dichtigkeit der Cryſtalllinſe herrühre. Dieſe Cryſtalllinſe ſey nämlich im geſunden Zuſtande des Auges in der Mitte am dichteſten und nehme allmählig an Dichtigkeit gegen den Rand zu ab, dadurch werde aber verurſachet, daß die auffallenden Strahlen gegen den Rand der Cryſtalllinſe zu weniger als gegen die Mitte derſelben gebrochen würden, und eben daher vereinigten ſich die gebrochenen Strahlen in einerley Punkte, da ſonſt bey gleicher Dichtigkeit der Cryſtalllinſe dieſe Strahlen nicht in einerley Punkte zuſammen kämen, wodurch die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt wegfiele. Hätte nun die Cryſtalllinſe in einem Auge in der Mitte die gehörige Dichtigkeit, nehme aber gegen den Rand zu nicht gehörig oder zu viel an Dichtigkeit ab, ſo würden die gebrochenen Strahlen nicht in einerley Punkte wieder vereiniget und es entſtehe dadurch ein undeutliches Bild, welches durch kein auf beiden Seiten erhabenes oder hohles Glas deutlich gemacht werden könne. Die daher entſtandene Abweichung wegen der Kugelgeſtalt werde nun durch Verengerung der Pupille oder durch ein vorgehaltenes Loch in einer Karte vermindert, weil dadurch diejenigen Strahlen, welche von der Mitte der Cryſtalllinſe entfernter auffielen, abgehalten, und nur die mittleren durchgelaſſen würden. Für ſolche Augen würden folglich concav-

convexe

*) Transact. of the Royal Iriſh Academy To. II. Dublin 1788. 4. überſetzt in Grens Journal der Phyſik, B. IV. S. 45 u. f.

convexe Gläſer von gehöriger Einrichtung am beſten ſeyn. Wenn jedoch das Sehen durch ein feines Loch in einer Karte nicht deutlicher würde, ſo entſpringe der Fehler aus andern Urſachen, welche in fehlerhaften Feuchtigkeiten oder einer fehlerhaften Netzhaut ihren Grund hätten.

Die Herrn **Adams**, **Lichtenberg** [α]) und **Büſch** [β]) haben zur Erhaltung der Augen verſchiedene gute Regeln gegeben [γ]), wovon die vornehmſten folgende ſind:

1) Bey allen Arbeiten ſuche man ein mäßiges nicht zu ſtarkes und nicht zu ſchwaches Licht zu erhalten; denn ein zu ſtarkes Licht blendet die Augen und greift ſie ungemein an; ein zu ſchwaches Licht aber erfordert eine zu ſtarke Anſtrengung. Manche haben dadurch ihr Geſicht verloren, daß ſie zu häufig in die Sonne oder in das Feuer ſahen, andere dadurch, daß ſie aus einer großen Dunkelheit plötzlich ins helle Licht, oder aus dem hellen Lichte plötzlich in die Finſterniß kamen.

2) Man laſſe das Auge nicht zu lange auf ſehr glänzenden Gegenſtänden haften, am wenigſten des Morgens beym Erwachen. Es ſind daher ſolche Schlafzimmer, in welche früh die Sonne ſcheinet, und Betten, worin die Augen nach dem freyen Lichte hingerichtet werden müſſen, dem Augen ſchädlich.

3) Man leſe nie zu kleine Schrift, auch nicht in der Dämmerung oder gar im Dunkeln beym Mondenſchein, auch bey dem Lichte nicht, wofern die Augen ſchon fehlerhaft ſind.

4) Wenn man ſich im Dunkeln aufhalten muß, ſo nehme man keine Beſchäfftigungen vor, bey welchen man die Augen brauchen muß. Vorzüglich vermeide man aber beym

α) Von einigen Pflichten gegen die Augen im götting. Taſchenb. für 1791.

β) Im zweyten Bande ſeiner Erfahrungen. Hamburg 1791. 8.

γ) Adams, Büſch und Lichtenberg über einige wichtige Pflichten gegen die Augen, mit Anmerk. von S. Th. Sömmering. Frankf. am Mayn 1794. gr. 8.

beym hellen Tage künſtlich gemachte Dunkelheit, wobey das Licht durch Ritzen oder Löcher durchſcheinet.

5) Wenn weitſichtige Perſonen ſich eines erhabenen Glaſes bedienen wollen, ſo müſſen ſie die möglichſt kleinſte Entfernung des Objektes vom Auge nehmen, in welcher ſie daſſelbe ohne Glas noch einiger Maßen deutlich ſehen, damit ſie nicht beym Gebrauch des Glaſes ſich noch mehr an die Weitſichtigkeit gewöhnen. Eben ſo werden auch kurzſichtige Perſonen die möglichſt größte Entfernung des Objektes vom Auge wählen müſſen, bey welcher ſie daſſelbe noch ziemlich deutlich ſehen, um ſich nicht noch mehr an die Kurzſichtigkeit zu gewöhnen.

6) Vorzüglich gut werden die Augen erhalten, wenn ſie Gegenſtände von grüner Farbe häufig betrachten können.

7) Die dunkeln Lichtſchirme ſind den Augen ſchädlich, weil die Helligkeit des von der innern Fläche zurück geworfenen Lichtes, und die angrenzende Dunkelheit des Schattens zu ſtark iſt. Herr Adams ſchlägt zu den Schirmen einen kegelförmigen Trichter von weißem mäßig ſtarken Papiere vor, welcher nicht allein ein hinlängliches ſtarkes Licht auf die Schrift werfe, ſondern auch das Auge gegen die helle Flamme ſchütze, und das ganze Zimmer nicht ſo ſehr verdunkele. Herr **Büſch** räth vorzüglich einen kleinen Schirm von grünem Taffet an, welcher unmittelbar an die Lampe befeſtiget iſt.

Unmittelbare Urſachen der Blindheit ſind der **graue Stahr** (cataracta) und der **ſchwarze Stahr** (amauroſis). Bey dem erſtern iſt nämlich die Cryſtalllinſe ganz undurchſichtig worden, und zu einer harten Linſe vertrocknet. Dieſem Uebel kann entweder durch Hinwegdrückung oder durch Herausholung der Linſe abgeholfen werden. In dieſem Falle tritt alsdann die wäſſerige Feuchtigkeit an die Stelle der Linſe, welche nun die Strahlen wieder ins Innere des Auges läßt, und, wofern es nöthig iſt, durch Hülfe der ſo genannten Stahrbrillen, ein deutliches Bild auf der Netzhaut abmahlet. Bey dem andern hingegen iſt eine völlige

Unempfind-

Unempfindlichkeit des Sehenerven und der Netzhaut eingetreten, und daher unheilbar.

Zinn deſcriptio anatomica oculi humani. Goett. 1755. 4. recud. curav. *Henr. Aug. Wrisberg.* ibid. 1780. 4. **Alb. v. Hallers** Grundriß der Phyſiologie aus dem Latein. mit Anmerk. von **Sömmering** und **Meckel.** Berlin 1788. 8. Kap. XV. An eſſay on viſion, briefly explaining the fabric of the eye and the nature of viſion by *George Adams.* Lond. 1792. 8. G. **Adams's** Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts und zur Kenntniß der Natur des Sehens, aus d. Engl. von **Fr. Kries.** Gotha 1794. 8.

Auge, künſtliches (oculus artificialis, oeil artificiel) iſt ein optiſches Werkzeug, welches den Bau des natürlichen Auges nachahmet, und die Wirkungen deſſelben verſinnlichet.

Wolf *) war der erſte, welcher ſich ein künſtliches Auge verfertigen ließ, um hiermit durch Verſuche zu zeigen, daß die von einem Objekte ins Auge fallenden Strahlen ein Bild auf der Netzhaut abmahlten. Zu dem Ende ließ er zwey Halbkugeln von Holz im Diameter ungefähr 2 Zoll 8 Linien hohl drechſeln, welche man mittelſt einer Fuge (fig. 26.) a c leicht an einander ſtecken konnte. In b war eine kreisrunde Oeffnung 5 Linien weit, und eine kleine Vertiefung, damit man ein rundes Gläschen darein drucken konnte, welches verhinderte, daß kein Staub von außen ins Innere kommen konnte. Inwendig war bey dem Loche b eine kleine Röhre e angedrechſelt, worin man eine andere f ſtecken konnte, die ſich hin und her verſchieben ließ. In dieſe Röhre war ein biconvexes Gläschen eingeſetzet, welches die Stelle der Cryſtalllinſe vertrat. In die andere Halbkugel wurde gleichfalls ein kreisrundes Loch gemacht, das aber an die 12 Linien weit war, um eine hölzerne Röhre g hineinzuſtecken. In dieſe ward ein matt geſchliffenes Planglas eingeſetzet, welches die Netzhaut im Auge vorſtellte. Wurde nun die Oeffnung b gegen ein Objekt gerichtet, ſo mahlte ſich dieſes bey gehöriger Stellung auf dem mattgeſchliffenen Planglaſe ab.

Das

*) Nützliche Verſuche. Th. III. Halle 1747. 8. S. 481 f.

Das künſtliche Auge, welches **Adams** beſchrieben hat, beſteht aus einer hölzernen Kapſel, die auf einem Fußgeſtelle ſich befindet. An der vordern Seite der Kapſel iſt ein Stück gemeines Glas befindlich, welches ſo gemahlt iſt, daß es wie ein Auge ausſiehet; in der Mitte aber bleibt ein kleiner Kreis, welcher die Pupille vorſtellet, durchſichtig. Innerhalb der runden Kapſel befinden ſich drey verſchiedene Linſengläſer von verſchiedener Brennweite, wovon nach und nach ein jedes der Pupille gegen über gebracht werden kann. Das eine Linſenglas ſtellt die Cryſtalllinſe im geſunden Zuſtande des Auges vor, das andere nicht ſo ſehr erhabene zeigt den Fehler der Weitſichtigkeit, und das dritte noch mehr erhabene, als das erſte, den Fehler der Kurzſichtigkeit. An dem hintern innern Theile der Kapſel befindet ſich ein mattgeſchliffenes Glas, welches die Stelle der Netzhaut vertritt. Außen vor dem Augenſterne ſind zwey Augengläſer, ein auf beyden Seiten erhabenes und ein auf beyden Seiten hohles, wovon ein jedes willkürlich durch eine Vorrichtung vor den Augenſtern gebracht werden kann. Läßt man nun in einer gehörigen Entfernung von einem Gegenſtande Licht auf den Augenſtern fallen, und rückt die erſte Linſe hinter den Stern, ſo erblickt man auf dem mattgeſchliffenen Glaſe das Bild dieſes Gegenſtandes verkehrt, aber deutlich; bringt man aber bey einerley Oeffnung des Objektes die andere Linſe vor den Stern, ſo erblickt man das Bild deſſelben ſehr undeutlich, das jedoch deutlich wird, wenn man das erhabene Augenglas vor die Pupille rückt; bringt man endlich die dritte Linſe hinter den Stern, ſo iſt abermahls das Bild auf dem matt geſchliffenen Glaſe ſehr undeutlich, das aber wiederum durch Vorbringung des erhabenen Augenglaſes deutlich wird.

In der Ueberſetzung von **Adams**'s Schrift beſchreibt Hr. **Kries** noch eine einfachere Art des Auges. Eine hohle Kugel (fig. 27.) abki ſtellt den Augapfel vor, an deren vordern Seite ab eine erhabene Glaslinſe ſich befindet, deren Brennpunkt gerade auf ik fällt, und welche die brechenden Feuchtigkeiten des Auges vorſtellet. In der Mitte der Röhre

lmcd

lmcd befindet ſich ein matt geſchliffenes Glas, welches ſtatt der Netzhaut dienet. Iſt die Stelle dieſes matt geſchliffenen Glaſes gerade in ik, ſo wird auf ſelbigem ein deutliches Bild abgemahlet, wenn vor der Linſe ab ein Objekt ſich befindet. Schiebt man aber die Röhre dclm in die innere Höhlung der Kugel hinein, ſo daß das matt geſchliffene Glas in cd kommt, ſo fällt nun das deutliche Bild hinter das Glas, und es wird daher auf cd undeutlich, wie dieß bey weitſichtigen Perſonen Statt findet; um es nun deutlich darzuſtellen, wird vor die Linſe ab ein erhabenes Augenglas g vorgerückt. Zieht man endlich die Röhre dcml weiter heraus, ſo daß das matt geſchliffene Glas die Lage ef erhält, ſo liegt das deutliche Bild vor dem Glaſe, wie bey kurzſichtigen Perſonen, und die ausgebreiteten Strahlen des Bildes fallen auf das Glas ef und verurſachen ein undeutliches Bild, welches durch die Vorrückung des Hohlglaſes h vor die Linſe ab deutlich wird.

Ge. Adams's Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts, und zur Kenntniß der Natur des Sehens a. d. Engl. mit Zuſätzen und Anm. von **Fr. Kries**. Gotha 1794. 8. S. 63–66.

Augenglas ſ. **Fernrohr.**

Augenmaß ſ. **Entfernung, ſcheinbare.**

Ausdehnbarkeit (dilatabilitas, dilatabilité) iſt die Fähigkeit der Körper, ſich in einen größern Raum ausdehnen zu laſſen. Alle Körper, ſelbſt die flüſſigen nicht ausgenommen, ſind ausdehnbar; jedoch iſt aber dieſe Fähigkeit bey verſchiedenen Körpern gar ſehr verſchieden. Die Ausdehnbarkeit muß von der **Dehnbarkeit** oder **Streckbarkeit** wohl unterſchieden werden. Es findet keine Streckbarkeit der Körper Statt, wenn ſie nicht ausdehnbar ſind. Der Grund der Ausdehnbarkeit liegt bloß in der Elaſticität, die Elaſticität mag urſprünglich oder abgeleitet ſeyn. Denn ſobald ein Körper die Fähigkeit beſitzet, ſich in einen engern Raum zuſammenpreſſen zu laſſen, ſo muß er auch die Fähigkeit haben, in einen größern Raum ſich verbreiten zu laſſen, und hiermit ſtimmt auch die Erfahrung vollkommen überein. So beſitzt die Luft, das Waſſer u. ſ. Ausdehnbarkeit.

Ausdehnung (extenſio, étendue des corps) iſt eine allgemeine weſentliche Eigenſchaft der Körper, vermöge welcher ſie in einem Raume enthalten ſind. Man muß alſo bey einem jeden Körper Länge, Breite und Höhe unterſcheiden können. Schon die ſinnliche Erfahrung lehret uns, daß ein jeder Körper aus neben einander geſtellten Theilen, die man ſich auch ſo klein als man nur will gedenken kann, zuſammengeſetzt ſey, und daß alle dieſe Theile nach allen nur möglichen Richtungen hingehen, d. h. daß der Körper **ausgedehnet** ſey.

Wenn man ſich die Materie des Körpers, welche in einem beſtimmten Raume enthalten iſt, wegdenkt, ſo kann man ſich doch immer noch den Raum allein vorſtellen, welchem man die Ausdehnung nicht abſprechen kann, und eben dieſer ausgedehnte Raum iſt das, was man eine **geometriſche Ausdehnung** nennt, deren Grenzen auf die Begriffe der Flächen, Linien und Punkte führen. Dieſer geometriſche Raum iſt eine ſtetige ausgedehnte Größe, d. h. eine ſolche, in welcher kein Theil gedacht werden kann, welcher nicht zu dieſer Größe gehörte. Daraus iſt es denn auch begreiflich, daß der geometriſche Raum bis ins Unendliche theilbar ſey, indem nichts da iſt, was der Theilbarkeit Grenzen ſetzte. Stellt man ſich hingegen dieſe geometriſche Ausdehnung wieder mit Materien erfüllt vor, ſo würde nun die Ausdehnung körperlich ſeyn, jedoch könnte aber noch keinesweges aus der unendlichen Theilbarkeit des Raumes auch ein Schluß auf die unendliche Theilbarkeit der im Raume enthaltenen Materie gemacht werden, wofern nicht vorher erſt erwieſen würde, daß in jedem Punkte des Raumes auch Materie anzutreffen ſey. Hierüber kann aber die Erfahrung nichts entſcheiden, ſondern die ganze Unterſuchung iſt metaphyſiſch, und hängt allein von dem Begriffe der Materie ab. Mehr hiervon unter dem Artikel **Theilbarkeit**.

Nach dem atomiſtiſchen Syſteme, welches die Materie als abſolut undurchdringlich annimmt, iſt man ſchlechterdings genöthiget, zwiſchen den Theilen der Materie leere Zwiſchen-

räume

räume anzunehmen; mithin würde ſchon von ſelbſt klar ſeyn, daß nach dieſer Lehre nicht in allen Punkten des Raumes Materie anzutreffen wäre, und daß folglich die Theilung der Materie ihre Grenzen hätte, d. h. daß ſie nur bis zu den Atomen gehen könne, denen man doch auch wenigſtens aus ſubjektiver Nothwendigkeit die Ausdehnung nicht abſprechen könnte.

Nach dem dynamiſchen Syſteme hingegen erfüllt die Materie ihren Raum durch eine beſondere Kraft, weil ſie einer jeden andern Materie, welche in dem Raume der erſtern eindringen will, Widerſtand leiſtet; es iſt folglich dieſe Kraft Urſache, andere Materien von ſich zu entfernen. Eine ſolche Kraft heißt nun eine Zurückſtoßungskraft; demnach erfüllt die Materie ihren Raum nur durch Zurückſtoßungskraft aller ihrer Theile, weil ſonſt ein Theil ihres Raumes nicht erfüllet, ſondern nur eingeſchloſſen ſeyn würde. Die Kraft eines Ausgedehnten, aber mittelſt einer Zurückſtoßung, iſt eine Ausdehnungskraft; alſo erfüllt die Materie ihren Raum durch eine ihr eigene Ausdehnungskraft, welche ihren beſtimmten Grad hat, über welchen kleinere und größere bis ins Unendliche gedacht werden können. Nach dieſem Syſteme muß man alſo die Ausdehnung der Materie als eine weſentliche Eigenſchaft betrachten, denn ſie iſt eben die Wirkung der Ausdehnungskraft der Materie. Weil nun ferner nach dieſem Syſteme in allen Punkten des Raumes Materie anzutreffen iſt, ſo folgte auch ſchon hieraus, daß die Materie ſo wie der Raum ins Unendliche theilbar ſey. Weiter ſoll dieſes unter dem Artikel **Theilbarkeit** ausgeführet werden.

Ausdehnung, Ausbreitung (dilatatio, expanſio, dilatation, expanſion) iſt die Verbreitung in einen größern Raum, als ſie vorher einnahm. Es iſt dieſe bloß eine Folge entweder der einwirkenden Wärme oder der Elaſticität. Das atomiſtiſche Syſtem nimmt an, daß die Wärmematerie in die Zwiſchenräume der Körper eindringe, und die Theile der Körper von einander treibe, wodurch die Entfernungen derſelben, mithin das ganze Volumen des ganzen Körpers größer werden müſſe. Bey ſolchen Körpern, welche

durch eine äußere Kraft zuſammengepreßt wären, wirke nach Nachlaſſung oder Verminderung der äußern Kraft die Elaſticität auf die zuſammengepreßten Theile, wodurch die Körper in einen größern Raum ausgedehnet würden. Bey alle dem iſt man aber nicht im Stande, anzugeben, auf welche Weiſe die Wärmematerie eine ſolche Wirkung hervorbringen könne, und worin die Elaſticität beſtehe.

Nach dem dynamiſchen Syſteme durchdringt die Wärmematerie die Materie der Körper, und vergrößert durch ihre Ausdehnungskraft die Ausdehnungskraft dieſer Materie, wodurch dieſe ſich natürlich in einen größern Raum ausdehnen muß. Weil nun die Ausdehnungskraft die Elaſticität genannt wird, ſo ſieht man auch den Grund ein, warum die von einer äußern Kraft zuſammengepreßten Körper nach Nachlaſſung derſelben, vermöge der urſprünglichen Elaſticität in ein größeres Volumen ausgedehnet werden müſſen. M. ſ. Elaſticität.

Ausdehnungskraft ſ. **Kraft, zurückſtoßende.**

Ausdünſtung (exhalatio, euaporatio, evaporation). Hierunter verſteht man eine Umwandlung der Materien durch die Einwirkung des Wärmeſtoffs in expanſible oder elaſtiſche Flüſſigkeiten, womit die Atmoſphäre unſerer Erde beſtändig angefüllt wird.

Es iſt eine ausgemachte Thatſache, daß alle Körper auf unſerer Erde, welche der freyen Luft ausgeſetzet ſind, vermöge des einwirkenden Wärmeſtoffs Theile verlieren, welche in der Atmoſphäre oft zu einer beträchtlichen Höhe ſteigen, ohne daß ſie dieſelbe trüben oder undurchſichtig machen. Dieſe ſehr feinen Theile, welche man nicht leicht wahrnehmen kann, vereinigen ſich in der obern Region der Luft, bilden Wolken, Nebel u. dgl. und machen dadurch den Himmel trübe, und fallen zuletzt in Geſtalt des Regens, Schnees, Hagels u. dergl. auf unſere Erde wieder herab. Die Erfahrung lehret jedoch, daß bey verſchiedenen Materien auch verſchiedene Wärmegrade erfordert werden, wenn Theile von ihnen durch die expanſive Kraft der Wärmematerie

mit

mit fortgeriſſen und in die Luft aufgenommen werden ſollen. Bey dem Waſſer nimmt man dieſe Erſcheinung vorzüglich in einem hohen Grade wahr, und es iſt ſchon zu vermuthen, daß die durch den Wärmeſtoff in die Atmoſphäre getriebenen Waſſertheilchen die wichtigſten Veränderungen in der Luft bewirken, weil gerade das Waſſer den beträchtlichſten Theil auf unſerer Erde ausmacht. Aus dieſer Urſache werden auch die folgenden Unterſuchungen allein auf die Ausdünſtung des Waſſers eingeſchränket werden.

Um die Größe der Ausdünſtung des Waſſers beſtimmen zu können, hat man Werkzeuge angegeben, von welchen unter dem Artickel **Atmometer** iſt gehandelt worden, welche aber nie nach den daſelbſt angegebenen Gründen ganz richtige Reſultate geben können. Indeſſen bleiben die darüber angeſtellten Verſuche immer ſehr wichtig, um zu andern Betrachtungen eine ungefähre Vergleichung des ausgedünſteten Waſſers mit der Menge des niedergefallenen Regenwaſſers zu machen. Nach **Sedileau** *), welcher dergleichen Verſuche beynahe drey Jahre lang mit der größten Sorgfalt fortgeſetzet hat, war die Ausdünſtung in Paris

		Zoll.	Linien.			Zoll.	Linien.
1689.	Januar	0	8	1690.	Januar	0	8
	Februar	0	9		Februar	0	6¾
	März	1	10		März	1	6
	April	3	0		April	3	6½
	May	5	7½		May	4	8
	Jun.	4	8		Jun.	4	8¾
	Jul.	5	3½		Jul.	5	5¾
	Auguſt	4	11⅓		Auguſt	4	2½
	Septemb.	2	2½		Septemb.	2	6½
	Octob.	1	3¼		Octob.	1	10
	Novemb.	0	11⅓		Novemb.	0	8¾
	Decemb.	0	8		Decemb.	0	6
	Summa	32 Zoll.	10½ Lin.		Summa	30 Zoll.	11 Lin.

N 4 Dieß

*) Mémoires de l'Académie des ſcienc. de Paris 1692. p. 1 u. f.

Dieß iſt ſo zu verſtehen: wenn in der Gegend bey Paris die Ausdünſtung des Waſſers auf eben die Oberfläche, von welcher es ausdünſtete, wieder herabfiele, ſo würde die Höhe des Waſſers jährlich etwa 30 bis 32 Zoll betragen. Nähme man überhaupt 30 Zoll jährlich als eine Mittelzahl an, und rechnete die Oberfläche aller Gewäſſer auf unſerer Erde in einer runden Zahl auf 4000000 geograph. Quadratmeilen, welches aber gewiß zu wenig iſt, ſo würde doch jährlich die Ausdünſtung des Waſſers an die 200 Cubikmeilen Waſſers betragen. Rechnet man hierzu noch, was Thiere, Pflanzen und andere Körper, ſelbſt die feuchte Erde ausdünſten, ſo läßt ſich leicht begreifen, daß die Atmoſphäre der Erde eine Menge von verſchiedenen Beſtandtheilen erhalte, welche in ihrer Verbindung durch eigene Naturoperationen neue Materien erzeugen, und vermöge ihrer eigenen Kräfte mannigfaltige Wirkungen hervorbringen können.

Was die Theorie der Ausdünſtung anbetrifft, ſo theilen ſich die Naturforſcher hierbey in zwey verſchiedene Claſſen. Zu der erſten Claſſe gehören diejenigen, welche die Ausdünſtung für eine wahre Verdampfung des Waſſers halten, welche von der ſtarken Verdampfung nur dem Grade nach verſchieden iſt; zu der andern Claſſe gehören diejenigen, welche die Ausdünſtung als eine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft betrachten. Dieſe letzte Theorie, welche auch das **Auflöſungsſyſtem** genennet wird, und welche lange Zeit als richtig iſt anerkannt worden, hat erſt **de Lüc** *) mit kräftigen Gründen beſtritten.

De Lüc nimmt an, die Ausdünſtung geſchehe durch Verbindung der Wärmematerie mit dem Waſſer und nicht durch Auflöſung des Waſſers in der Luft. Einer von den ſtärkſten Gründen, welche unter dem Artikel **Dämpfe** angeführet werden, iſt dieſer, daß jede tropfbare Flüſſigkeit, wenn ſie verdunſtet, Kälte erzeuget; denn hieraus iſt klar, daß

*) Idées ſur la météorologie. T. I. II. à Lond. 1786. 8.; neue Ideen über die Meteorologie aus d. Franzöſ. Th. I. II. Berl. u. Stett. 1787. 1788. gr. 8.

daß derjenige Theil von der Flüſſigkeit, welcher eben in die Atmoſphäre übergehet, von dem Wärmeſtoffe fortgeführet wird, und daß die Flüſſigkeit dieſen Wärmeſtoff hergebe. Die Luft trägt zur Ausdünſtung gar nichts bey, ſondern ſie iſt vielmehr durch ihren Druck derſelben hinderlich. Ohne Druck der Atmoſphäre iſt weit weniger Wärmeſtoff nöthig, um ein und eben dieſelbe Quantität vom Waſſer dampfför- mig zu machen, als bey ihrem Drucke. Dieſerwegen dunſtet das Waſſer im luftleeren Raume ſtärker als an der Luft ſelbſt. Ja es läßt ſich kein Zweifel dagegen machen, daß die Aus- dünſtung im ganz leeren Raume am beſten von Statten gehe, und daß der daher entſtandene Dampf darin ſo lange erhal- ten werden könne, bis der Wärmeſtoff genöthiget iſt, einen Theil zur Herſtellung des Gleichgewichtes an die benachbar- ten kältern Körper herzugeben, und dadurch eine Quantität Waſſer fahren zu laſſen. Man hat daher die Luft zur Aus- dünſtung des Waſſers gar nicht nöthig. Hierdurch würde aber auch ſchon von ſelbſt der Unterſchied zwiſchen wirklicher **Verdampfung** (euaporatio) und **Ausdünſtung** (exha- latio) ganz wegfallen. Denn jede Ausdünſtung iſt eine wahre Verdampfung, welche bey einer niedrigern Tempera- tur nur deßwegen langſamer geſchiehet, weil alsdann eine geringere Menge von Wärmeſtoff zugegen iſt, welcher durch ſeine expanſive Kraft die Theile des Waſſers mit ſich fort- reißt. **Monge** und andere Anhänger des Auflöſungsſy- ſtems halten ſich aus dieſem Grunde zwiſchen der Verdam- pfung und der Ausdünſtung einen Unterſchied zu machen be- rechtiget, weil bey der Ausdünſtung viel weniger Wärme- ſtoff verſchluckt würde, als bey der Verdampfung des Waſ- ſers, und es müſſe daher nothwendig die Luft als ein Auflö- ſungsmittel durch ihre Anziehungskraft die Wirkung des Wärmeſtoffs unterſtützen. Allein folgende von **Watt** und **de Lüc** *) angeſtellte Verſuche lehren das Gegentheil. Man füllte ein Gefäß von etwa 8 Zoll Durchmeſſer mit Waſſer

*) Annales de Chimie. To. VIII. p. 73. Prüfung einer Abhandlung des Herrn Monge in Grens Journal der Phyſik. B. VI. S. 125 u. f.

von höherer Temperatur, als die der umgebenden Luft war, an, welches folglich in ſelbiger ausdünſten mußte. In dieſes Waſſer ward ein Thermometer gebracht, welches durch gelindes Umrühren den Verluſt der Wärme des Waſſers genau zeigte. Das Gefäß mit dem Thermometer wurde an eine genaue Wage gehängt, welche zugleich das Gewicht des ausgedünſteten Waſſers angab. Ferner wurde ein anderes Gefäß von eben der Abmeſſung mit gleicher Quantität Waſſers von derſelben Temperatur angefüllt, und in einer geringen Entfernung von dem vorigen aufgeſtellt, um aber die Ausdünſtung des Waſſers zu verhindern mit Papier, das in Oel getränkt war, bedeckt. Man verglich nun den Verluſt der Wärme in beyden Gefäßen, und fand aus dem Ueberſchuſſe des Verluſtes in dem unbedeckten Gefäße mit dem Verluſte des Gewichtes zuſammengehalten, daß die Verdunſtung für ſich allein dem Gefäße eine verhältnißmäßig größere Quantität vom Wärmeſtoffe entzogen hatte, als die Dämpfe des kochenden Waſſers, bey gleichem Gewichte, enthalten. Dieß gibt folglich einen offenbaren Beweis ab, daß das Waſſer bey unmerklicher Ausdünſtung verhältnißmäßig mehr Wärmeſtoff verſchlucke als beym Sieden. Eben dieß zeigten noch andere Verſuche des Herrn Watt, und lehreten zugleich den Satz, daß die Dämpfe deſto mehr Wärmeſtoff enthalten, je dünner ſie ſind. Noch weiter beweiſen die Verſuche der Herrn **Lavoiſier, de la Place** und **Watt** [β]), daß die Verdunſtung eines einzigen Waſſertropfens in der toricelliſchen Leere (ſ. **Barometer**) verurſachte, daß das Queckſilber gerade um $\frac{1}{2}$ Zoll herabſinkt, wenn die Wärme ungefähr 57 Grad nach Fahrenheit iſt. Es hält folglich die expanſive Kraft des Dampfes mit dem Druck einer Queckſilberſäule von $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe das Gleichgewicht. Auch bey einem Verſuche, welchen **Nairne**, bey einer unter der Glocke auf $\frac{1}{1000}$ Mahl gebrachten Verdünnung der Luft, anſtellte, verurſachte die Verdampfung des Waſſers bey 54 Grad nach Fahrenheit, daß die Säule einer gewöhnlichen Barometer-probe

β) de Lüc a. a. O. T. I. §. 19.

probe auf $\frac{1}{2}$ engliſchen Zoll ſtieg. Aus dieſen Verſuchen, bey welchen die Luft gänzlich ausgeſchloſſen oder doch wenigſtens ſo ſehr verdünnt war, daß man ihr keine merkliche Wirkung zuſchreiben konnte, folgt unläugbar, daß die Luft als Auflöſungsmittel die Ausdünſtung nicht bewirken konnte. Es findet aber auch die nämliche wirkende Kraft der Ausdünſtung bey gegenwärtiger Luft ſtatt, wie Herr **de Sauſſüre** folgender Maßen gezeiget hat: er ſtellte in ein mit Luft ausgefülltes Gefäß, das er durch Salze ausgetrocknet hatte, ein Barometer, legte feuchte Leinwand hinein, und ſchmolz das Gefäß zu, nachdem das Barometer auf 27 Zoll ſtand, und der Wärmegrad etwa 64 Grad nach Fahrenheit war. Die Ausdünſtung des Waſſers im Gefäße, brachte bey ihrem höchſten Grade die Höhe des Barometers auf $27\frac{1}{2}$ Zoll, folglich war die Wirkung des Dampfes abermahls dem Drucke einer Queckſilberſäule von $\frac{1}{2}$ Zoll gleich. Da nun bey den Verſuchen in der toricelliſchen Leere, und unter der ſehr verdünnten Luft unter der Glocke die Luft an der Wirkung der Ausdünſtung gar keinen Antheil haben konnte, ſo kann man mit Recht annehmen, daß auch bey gegenwärtiger Luft dieſelbe nicht die Urſache der Ausdünſtung ſey. Aus alle dieſem macht nun Herr **de Lüc** überhaupt den Schluß, daß in allen Fällen der Verdampfung, ohne auf die Abweſenheit oder Gegenwart der Luft zu ſehen, derjenige Theil, welcher dampfförmig wird, eine Menge Wärmeſtoff dem übrigen Theile entziehet, welche deſto größer wird, je dünner das Mittel iſt, worin der Dampf erzeuget wird. Es ſey alſo der Erfahrung ganz entgegen, wie gemeiniglich angenommen würde, daß bey der unmerklichen Ausdünſtung weniger Wärme verſchluckt werde, als bey der Bildung der Dämpfe.

Die vorzüglichſten Gründe, welche dem **de Lüc** entgegenſtehen, hat der Herr **de Sauſſüre** *) angegeben. Sie ſind folgende: 1) Die vollkommene Durchſichtigkeit einer

*) Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neuchatel 1783. 8. Verſuch über die Hygrometrie durch Horaz Bened. de Sauſſüre; aus d. Franz. von J. D. T. Leipz. 1784. 8. §. 191 u. f.

ner mit Dunſt geſättigten Luft; 2) das Verſchwinden Dünſte durch die Wärme; 3) ihr plötzliches Erſcheinen du die Kälte und 4) ihre innige Verbindung mit der Luft, un achtet ihres Unterſchiedes in der Dichtigkeit; dieß alles n ren ſichere Anzeigen von einer innigen Vereinigung des Du ſtes mit der Luft oder von einer wahren chemiſchen Auflöſun Dagegen antwortet de Lüc auf folgende Art: Die Erfahru lehrete hinlänglich, daß die Dämpfe oder Dünſte, ſelbſt d welche ſich im leeren Raume bildeten, beſtändig durchſicht blieben, ſo lange ſie den Wärmegrad beybehielten, bey we chem ſie erzeuget wären. Was das Verſchwinden der Dünſ durch die Wärme beträfe, ſo müſſe man, wie Sauſſure ſelb gethan hätte, einen Unterſchied unter bläschenförmigen un elaſtiſchen Dünſten machen: die elaſtiſchen Dünſte verſchwän den nicht, indem ſie nie ſichtbar wären, ſondern nur d bläschenförmigen, welche aus ſichtbaren unſichtbare würden wenn die Zunahme der Wärme ſie in elaſtiſche verwandelte In Anſehung der Erſcheinung des Dunſtes durch Kälte wär dieſe eine natürliche Folge durch die Entziehung des Wärme ſtoffs. Es gäbe nämlich bey einer jeden Temperatur ein Maximum der Verdampfung oder der Ausdünſtung, d. h wenn in einem gewiſſen Raume, er ſey mit Luft erfüllt, oder luftleer, ſich die elaſtiſchen Dämpfe erhalten ſollen, ſo muß auch dieſer Raum die Temperatur des verdunſteten Waſſers ſelbſt enthalten. So bald alſo dieſe Dämpfe in eine kältere Luftſchicht kämen, ſo würde ihnen ein Theil des Wärmeſtoffs entzogen, wodurch natürlich ein Theil der feinen Waſſertheil- chen zerſetzt, und dadurch dem Auge ſichtbar werden müſſe; es ſey folglich dieſe Erſcheinung bloß die umgekehrte von der zweyten. Es liege alſo in dieſen dreyen Phänomenen nichts, was auf die Idee von einer Auflöſung der Dünſte durch die Luft leitete, weil ſie ohne dieſe weit natürlicher erkläret wer- den könnten. Was endlich die letzte Erſcheinung betrifft, ſo wären die Dünſte in jedem Zuſtande, ſelbſt alsdann, wenn ſie ihr Maximum erreicht hätten, ſpecifiſch leichter als die Luft, der ſie beygemiſcht ſind, wenigſtens in der ganzen Höhe der Atmoſphäre,

Atmoſphäre, wo ihre Phänomene könnten beobachtet werden. Sie könnten dennoch, ſo bald ſie ſich in die Luft erhoben hätten, und ſo lange ſie hier in einem unſichtbaren Zuſtande verblieben, keine Art von Modifikation erleiden, ohne daß die Luft, mit der ſie vermiſcht ſind, ſie nicht erlitte und ſelbſt niederſtiege: insbeſondere wirkte die Verminderung der Wärme in dieſem Betrachte nur auf ſie, wie auf die Luft, und beyde Flüſſigkeiten könnten in der Atmoſphäre durch ihre Verdichtung nicht herabſinken. Wenn die Wärme abnähme, ſo ſenke ſich eine Luftſchicht, ſie ſey rein oder mit Dünſten vermiſcht, nicht durch ihre eigene Verdichtung, welche nur auf ihre Dichte wirke, ſondern durch die Verdichtung der untern Schichten. Es könnten daher die elaſtiſchen Dämpfe, wenn ſie ein Mahl in die Atmoſphäre durch ihre ausdehnende Kraft und ihre ſpecifiſche Leichtigkeit aufgeſtiegen ſind, niemahls wieder herabſinken, ſo lange ſie dieſen Zuſtand behielten.

Noch hat man gegen de Lüc eingewendet, daß die Luft das Waſſer fallen laſſe, ſo bald ſie in einen verdünnten Zuſtand käme, und hat ſich dieſerwegen auf die Erfahrung des Abbé **Nollet** *) berufen, nach welcher ſich ein Dampf unter der Glocke der Luftpumpe niederſchlage, wenn der von Luft verdünnte Raum über dem naſſen Leder gemacht werde. Allein dieſer Einwurf iſt ſchon durch de Sauſſüre hinlänglich widerleget worden; dieſer hat nämlich gezeiget, daß der Dampf aus dem feuchten Leder und aus dem übrigen Körper der Luftpumpe entſtehe, indem bey immer mehr verdünnter Luft, folglich bey vermindertem Druck derſelben die Feuchtigkeit mehr verdampfe. Hieraus läßt ſich vielmehr beweiſen, daß die Verdünnung der Luft die Ausdünſtung befördere, die dichtere hingegen derſelben hinderlich ſey, und ſo wäre dieſe Erfahrung ſelbſt dem Auflöſungsſyſtem entgegen. Herr **Wilke** β), welcher verſchiedene Verſuche wegen der Ausdünſtung in der verdünnten Luft unter der Glocke einer Luftpumpe

*) Leçons de phyſique experim. T. III. p. 364.
β) Schwediſche Abhandlungen vom Jahre 1781.

Luftpumpe anſtellte, bemerkte mit Verwunderung, daß die Verdünnung der Luft mehr Trockenheit als Feuchtigkeit bewirke; welches durch die Verſuche des Herrn **de Sauſſüre** *) vollkommen beſtätiget iſt. Dieſes Trocknen unter der verdünnten Luft läßt ſich nach dem Auflöſungsſyſtem gar nicht erklären. Wäre nämlich das Waſſer wirklich in Luft aufgelöſet, ſo würde zwar durch Auspumpung der Luft unter der Glocke der damit verbundene Theil des Waſſers weggeſchaft, und dadurch die abſolute Menge des Waſſers unter ſelbiger vermindert; allein dieß könnte doch auf die im Raume befindliche Feuchtigkeit und auf den Stand des darin befindlichen Hygrometers gar keinen Einfluß haben, weil die übrige Luft unter der Glocke nebſt der Subſtanz des Hygrometers immer noch den ihnen zugehörigen Theil Waſſer unverändert behalten würde. Da dieß nun nicht der Fall iſt, und hingegen die Feuchtigkeit, ſo wie man die Luft auspumpt, ſich vermindert, ſo muß nothwendig die Ausdünſtung von einer andern Urſache, als der Auflöſung des Waſſers oder der Dünſte durch die Luft herrühren. Herr **de Lüc** zeiget, daß dieſes Phänomen ſehr leicht ſich erklären laſſe, wenn man den Dampf unter der Glocke bloß mit der Luft als vermiſcht betrachtet. Wenn man nämlich, ſagt er, einen Theil der Dämpfe mit der Luft unter der Glocke der Luftpumpe durch das Auspumpen wegnimmt, ſo bliebe anfänglich die Feuchtigkeit auf demſelben Grade; bald aber dringe aufs neue ſeines Waſſers beraubtes Feuer in den Raum der Glocke durch die Wände, und da nach der Vorausſetzung die Subſtanz des Hygrometers, und die in der Glocke gebliebenen Dünſte hier die einzigen Quellen des Waſſers ſind, ſo raubt ihnen dieß neue Feuer daſſelbe, und die Feuchtigkeit nimmt ab.

Als einen vorzüglichen Beweisgrund, daß die Ausdünſtung Waſſer in Luft aufgelöſet ſey, führt man an: Das der freyen Luft ausgeſetzte Waſſer enthalte jederzeit eine beträchtliche Menge Luft, welche ſich unter der Luftpumpe oder auch durchs Kochen heraustreiben laſſe, und es ſey daher das Waſ-

ſer

*) a. a. O. §. 133 u. f.

ſer ein Auflöſungsmittel der Luft, da nun alle Auflöſungen wechſelſeitig wären, ſo müſſe auch die Luft ein Auflöſungsmittel des Waſſers ſeyn. Allein es läßt ſich nicht wohl begreifen, wie aus der innigſten Vereinigung des Auflöſungsmittels mit der aufgelöſeten Subſtanz dieſe von jenem durch eine bloße Verminderung des Drucks ſollte abgeſchieden werden können, vielmehr läßt ſich mit weit größerem Grunde behaupten, daß die Luft mit dem Waſſer bloß zuſammengehänget, und durch Verminderung des Drucks dieſe Cohäſionskraft durch ihre expanſive Kraft überwunden habe. Weil ferner durch die Hitze die Luft aus dem Waſſer getrieben wird, welche doch eigentlich jede Auflöſung noch mehr begünſtiget, ſo erhellet auch hieraus bloß der Zuſammenhang der Waſſertheile mit der Luft. Dieſer Beweisgrund iſt alſo eigentlich mehr gegen das Auflöſungsſyſtem.

Uebrigens iſt Herr **de Lüc** noch der Meinung, daß ſich ſelbſt der Waſſerdunſt durch eine uns noch unbekannte Naturoperation in der Atmoſphäre in Luft verwandele und umgekehrt in der Luft wieder zerſetzet werden könne, und in mannigfaltiger Geſtalt auf die Erde herabfalle.

Die vorzüglichen Vertheidiger des Auflöſungsſyſtem ſind **le Roi** [α]), **de Sauſſüre** [β]) und **Hube** [γ]).

Le Roi führet folgende Sätze auf:

1. Es wird das Waſſer wirklich in der Luft aufgelöſet. An einem heitern Sommertage werfe man in ein recht trockenes Glas ein Stück Eis, ſo wird hiervon das Glas bald trübe werden, und an ſeinen äußern Wänden eine unzählbare Menge kleiner Waſſertröpfchen ſich zeigen. Hieraus ſchließt er nun, daß dieſes Waſſer, welches ſich an die äußern Wände des Glaſes angeleget hätte, müſſe vorher in der

α) Mémoir. ſur l'élévation et la ſuſpenſion de l'eau dans l'air in den mémoir. de l'Académ. de Paris 1751. p. 481.

β) Eſſais ſur l'hygrometrie. à Neuſchatel 1783. 8. Eſſai III.

γ) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre in 2 Büchern. Leipzig 1790. gr. 8. Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in einer Reihe von Briefen. Band II. Leipzig 1793. gr. 8. 21 bis 26 Brief.

der Luft vollkommen aufgelöſet geweſen ſeyn, indem es ſelbige auch nicht im mindeſten getrübet oder undurchſichtig gemacht hätte. Nach de Lüc's Theorie läßt ſich dieſes weit einfacher erklären.

2. Dieſe Auflöſung hat gleiche Eigenſchaften mit der Auflöſung der Salze. Es löſe ſich immer mehr Waſſer durch die Luft auf, je wärmer ſie wird, im Gegentheile ſchlage ſich auch ein Theil aufgelöſeten Waſſers nieder, wenn ſie kälter werde, und es könne überhaupt bey einem gewiſſen Grade von Wärme nur eine gewiſſe beſtimmte Menge Waſſers die Luft in ſich aufgelöſet enthalten, welchen er den Grad der Sättigung der Luft nennt; ſo wie eine gewiſſe beſtimmte Menge eines Salzes bey einem beſtimmten Wärmegrade bis zur Sättigung aufgelöſet werden könne.

Herr de Sauſſüre nimmt an, daß alle nur mögliche Körper vermittelſt des Feuers in Dampfgeſtalt aufgelöſet werden können, und verſtehet unter Dämpfen feine von den Körpern losgeriſſene Theilchen, welche in der Luft ſo lange ſchwebend erhalten werden, bis andere Urſachen ſie in größere Theile zuſammenbringen; beſonders werde das Waſſer durchs Feuer in elaſtiſchen Dampf verwandelt, mit deſſen Erzeugung die Luft weiter nichts zu thun habe, vielmehr ſey ſie der Dampfbildung durch ihren Druck hinderlich, und im luftleeren Raume könne ſchon dergleichen Dampf durch die geringe Wärme der Hand hervorgebracht werden. Jedoch löſe auch die Luft den Waſſerdampf auf, wenn er nicht Kraft genug beſäße, die Luft aus der Stelle zu treiben. Nach ihm iſt die Ausdünſtung nichts weiter als eine wahre Verdampfung; jedoch werde aber dieſer Dampf nachher in der Luft aufgelöſet. Er hat alſo das Auflöſungsſyſtem nicht weſentlich verbeſſert.

Der größte und ſtärkſte Vertheidiger des Auflöſungsſyſtems iſt der Herr Direktor **Hube** in Warſchau. Nach ihm iſt die unſichtbare oder unmerkliche Ausdünſtung eine wahre Auflöſung des Waſſers in Luft. Wenn nämlich in einer Flaſche feuchte atmoſphäriſche Luft verſchloſſen werde, ſo laſſe dieſe kein Waſſer auf den Boden fallen, wenn ſie

noch

noch ſo lange ruhig ſtehe, welches doch erfolgen müſſe, wenn das Waſſer mit der Luft bloß cohärire, da jenes auf 900 Mahl ſchwerer als dieſes wäre. Sobald ſich aber zwey ſpecifiſch verſchiedene Materien von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte von einander nicht abſonderten, ob ſie gleich in Ruhe ſich befänden, ſo wäre dieſes ein weſentliches Kennzeichen der Auflöſung. (Allein mit eben dem Rechte könnte man annehmen, daß Luft und Waſſer eine wahre Auflöſung wären, indem das der freyen Luft ausgeſetzte Waſſer jederzeit Luft in ſich enthält.) An den Wänden einer ſolchen Flaſche zeigten ſich zwar Tropfen, wenn ſie kalt wird; allein dieſe verſchwinden auch ſogleich wieder, ſobald man die Flaſche erwärmt. Sie beweiſen alſo nur, daß die Ziehkraft der Luft durch die Kälte abnimmt, und durch die Wärme wieder wächſt. (Es iſt ja aber hier noch gar nicht erwieſen, daß die Luft unter dieſen Umſtänden Ziehkraft beſitzen müſſe; weit natürlicher erkläret ſich dieſes durch die Ab- und Zunahme der expanſiven Kraft der verminderten und vermehrten Wärme, da in jedem Falle ein Theil des Dampfes zerſetzet und im andern Falle dieſer zerſetzte Theil wieder in Dampfgeſtalt verwandelt werden müſſe.)

Ferner ſoll die Erzeugung der Kälte bey der Ausdünſtung ein augenſcheinlicher Beweis ſeyn, daß ſie eine wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft ſey, weil bey allen Auflöſungen die Wärme ſich um deſto mehr verändere, je ſchneller ſie vor ſich gehen. Hingegen werde eine unter einer verſchloſſenen Glocke befindliche und durch Laugenſalze ausgetrocknete Luft oft merklich erwärmet, welches durch das Steigen eines unter ſelbige gebrachten Thermometers hinlänglich bewieſen werde; folglich wäre die Abſonderung des Waſſers aus der Luft eine wahre Niederſchlagung, welche eine vorhergegangene Auflöſung vorausſetze. (Allein auch dieß läßt ſich nach de Lüc's Theorie ſehr leicht, ohne Auflöſung des Waſſers in der Luft anzunehmen, erklären).

Herr Hube hält die Vermehrung der Federkraft bey einer ſchnellen Ausdünſtung für eine der ſonderbarſten Erſcheinungen.

gen. Wenn ein Barometer und ein Thermometer unter eine etwas große gläſerne Glocke gebracht, und außerdem noch ein feuchter Lappen hinzugethan wird, ſo wird man mehrentheils bemerken, daß das Thermometer fällt, und das Barometer ſteigt, indem der feuchte Lappen trocknet. Dieſe Wirkung ſoll unſtreitig davon herrühren, daß die Luft durch eine ſchnelle Auflöſung ein viel beſſerer Leiter der Wärme, folglich auch kälter wird, und mithin jetzt bey einem gleichen Grad Wärme mehrere Feuermaterie enthalten muß, als vorher. Trocknete man hingegen eingeſchloſſene Luft durch Laugenſalze, ſo wird ſie mehrentheils wärmer und weniger elaſtiſch als vorher. Hieraus könne man leicht einſehen, warum feuchte Luft durch die Hitze ſich gewöhnlich ſtärker ausdehne als trockene. Brächte man nämlich in eine oben offene und unten mit einer Kugel verſehene Glasröhre bald trockene bald feuchte Luft, und verſchließe ſie durch etwas oben hinzugelaſſenes Queckſilber, erhitze hierauf die Kugel mit der Röhre bis auf einen gewiſſen Grad, ſo ſetze die feuchte Luft allemahl etwas von ihrer Feuchtigkeit an das Glas ab, welches ſie berühret. Wird ſie nun nachher erhitzt, ſo löſt ſich dieſe Feuchtigkeit ſchnell wieder auf, und ihre Federkraft nimmt alſo nicht bloß, ſo wie die der trocknen Luft, durch die Wärme, ſondern auch durch die Auflöſung zu.

Durch die Ausdünſtung des Waſſers werde die Luft nicht trübe. Dieß ſoll ebenfalls ein Beweis ſeyn, daß eine wahre Auflöſung hierbey Statt finde. So ſey in den heißen Ländern die Ausdünſtung außerordentlich ſtark, und dennoch bleibe daſelbſt der Himmel viele Monathe nach einander ganz heiter, welches offenbar eine Auflöſung des Waſſers in der Luft beweiſe. Jedoch aber verminderten die Dünſte die Durchſichtigkeit der Luft in etwas. Auf hohen Bergen erblicke man ſelbſt beym heiterſten Wetter die Sterne in viel größerer Menge und viel glänzender, als von unten; nur das Licht der Sonne würde nahe am Horizonte ganz ungemein geſchwächt, weil die Luft vorzüglich unten mit ſehr vielen Dünſten beladen wäre. Sollte alſo die Ausdünſtung keine

wahre

wahre Auflöſung des Waſſers in der Luft ſeyn, ſo müßten ſich die Dünſte in der obern Luft anhäufen, und den Himmel verdunkeln; auch würden ſie die obere Luft zu allen Zeiten feuchter machen, als die untere, wogegen die Erfahrung ſtritte.

Von den Dünſten unterſcheidet Herr Hube den Dampf, welcher durch das kochende Waſſer erzeuget wird. Dieſer Dampf rühre nicht von der Auflöſung des Waſſers in der Luft her; er ſey nur etwas leichter als dieſe, und ſteige daher langſam in ihr auf. Aber in der Luft ließe er ſich nicht auflöſen, ſondern verjage dieſe vielmehr aus Gefäßen, in welche er hinein führet. Würde er aber erkaltet, ſo verwandelte er ſich wieder in Waſſer, und alsdann löſe ihn die Luft auf.

Die Ausdünſtung werde befördert durch eine größere Oberfläche des Waſſers, weil es die Luft in deſto mehreren Punkten berühre, durch eine vermehrte Wärme, durch den Wind und durchs Gefrieren des Waſſers. Auch in einem verſchloſſenen Gefäße werde die Ausdünſtung bey gleicher Wärme nach und nach immer ſchwächer. Dieſes aber beweiſe, daß die Ziehkraft der Luft gegen das Waſſer immer mehr abnehme, je mehr ſich die Luft mit Dünſten anfülle, bis ſie endlich geſättiget werde.

Ferner lehre die Erfahrung, daß die Ausdünſtung unter der Glocke einer Luftpumpe immer mehr abnehme, je ſtärker man die Luft verdünne. Indeſſen dünſte das Waſſer auch in einem leeren Raume noch immer aus, wo die Luft ſo verdünnt iſt, als ſie mit den beſten Werkzeugen nur immer verdünnt werden kann. (Unmöglich kann das erſtere die Erfahrung lehren, indem ſie gerade das Gegentheil zeiget, und das andere kann ſchlechterdings nicht nach dem Auflöſungsſyſtem, wie ſchon iſt gezeiget worden, erkläret werden.)

Die Luft, welche uns umgebe, enthalte beſtändig eine Menge wäſſeriger Dünſte, auch wenn ſie ganz hell und durchſichtig iſt. Dieſe machten ihre wahre Feuchtigkeit aus, welche um deſto größer würde, je mehrere Dünſte eine gewiſſe

wiſſe Menge Luft enthielt, oder je kleiner die Luftmaſſe ſe
in der ſich eine gewiſſe Menge von Dünſten befinden. D
ſcheinbare Feuchtigkeit hingegen hänge von der Ziehkra
der Luft ab. Wir nennten die Luft feucht, wenn trockene Kö
per in der Luft feucht werden, und trocken, wenn feuchte Körp
in ihr trocknen. Alle feſte Körper ziehen das Waſſer u
deſto ſtärker an, je trockner ſie ſind. Erwärmte man ab
die Luft um einen feuchten Körper, ſo würde er trockner, u
man ſehe hieraus, daß die Ziehkraft der Körper gegen da
Waſſer durch die Wärme entweder gar nicht, oder doch vie
weniger als die Ziehkraft der Luft vermehret wird. Zwiſche
der Ausdünſtung des Waſſers und der Trocknung feuchte
Körper ſey alſo auch unter andern dieſer wichtige Unterſchie
daß jene immer gleich ſtark bleibe, ſo lange die Ziehkra
der Luft ſich nicht ändere, da hingegen dieſe immer ſchwä
cher werde, weil der trocknende Körper das Waſſer imme
ſtärker und ſtärker zurückhalte und er nur durch den Ueberſchu
der Ziehkraft der Luft über ſeine eigene getrocknet werde.

Die Ziehkraft der Luft werde vermindert durch die Ve
mehrung der wahren Feuchtigkeit durch die Kälte und ande
Urſachen; die Ziehkraft derſelben werde aber durch die en
gegengeſetzten Urſachen vermehret.

Wenn ein Hygrometer unter die Glocke einer Luftpum
gebracht würde, ſo würde die Luft trockner, je mehr ſie ve
dünnet wird. Hieraus folge, daß die Ziehkraft der Luft dur
die Verdünnung wachſe, und durch die Verdichtung abnehm
(Dieß ſtreitet mit der Behauptung, daß die Ausdünſtun
unter der Glocke einer Luftpumpe immer mehr abnehme, j
ſtärker die Luft verdünnet würde.) Weil in einer Luftpum
gewöhnlich entweder unter der Glocke, oder in den Röhre
Feuchtigkeit enthalten iſt, ſo ſetzt ſich eine ganz unmerklic
Näſſe inwendig an die Glocke, und dieſe Waſſerbläsch
ſchwellen, ſo bald zu pumpen angefangen wird, auf, reiſſ
ſich von der Glocke los, und erſcheinen als ein Nebel in d
Glocke. Dieſer Nebel verſchwindet, wenn man zu pump
fortfähret, erſcheinet aber aufs neue, wenn man mit de
Pump

Pumpen etwas inne hält und nach einiger Zeit wieder zu pumpen anfängt. Reiniget man aber alle Theile der Pumpe aufs ſorgfältigſte, und klebt nachher die Glocke mit Wachs an den Teller, ſo ſieht man hernach bey dem Pumpen keinen Nebel, ſondern die Luft unter der Glocke bleibt ganz rein.

Wenn die Luft unter der Glocke ſchnell ausgepumpt werde, ſo falle ein unter der Glocke befindliches Thermometer merklich. Es bleibe nämlich auch bey der beſten gereinigten Pumpe noch immer einige Feuchtigkeit zurück, welche durch das ſchnelle Pumpen von der unter der Glocke befindlichen Luft ſchnell aufgelöſet werde, und eine ſchnelle Auflöſung ſey allemahl mit merklicher Kälte verknüpfet. Höre man zu pumpen auf, ſo erhebe ſich das Thermometer allmählig wieder auf ſeinen vorigen Stand. Laſſe man hierauf die äußere Luft ſchnell unter die Glocke, ſo ſchlage ſich das Waſſer an der Glocke nieder, und in dem Augenblicke ſteige das Thermometer um einen oder zwey Grade, als ſo tief es vorher bey der Verdünnung der Luft gefallen war. Denn eine ſchnelle Niederſchlagung des Waſſers aus der Luft bringe allezeit Wärme hervor. Auch wenn nach verſchloſſenem Hahne der Pumpe die Luft unter der Glocke einige Tage nach einander durch Salze aufs äußerſte getrocknet, nachher aber der Hahn geöffnet, und die Luft ſchnell verdünnt werde, falle das eingeſchloſſene Thermometer. Denn auch eine ſolche getrocknete Luft werde durch Verdünnung noch trockener, obgleich ein Haarhygrometer dieſe Veränderung nicht anzeigen könne, weil es in einer ſolchen Luft ſeine Beweglichkeit ganz verliere und überhaupt ſein Haar bis aufs äußerſte darin verkürzt werde.

Alle dieſe bisher erzählten Erſcheinungen ſollen Auflöſung des Waſſers in der Luft und umgekehrt Niederſchlag deſſelben in ihr beweiſen, weil jede Auflöſung des Waſſers in der Luft Kälte, und jeder Niederſchlag aus derſelben Wärme erzeuge.

Nach Herrn Hube gibt es aber zwey weſentlich verſchiedene Arten der Auflöſung des Waſſers in der Luft. Bey der

erſten Art der Ausdünſtung, oder wo ein feuchter Körper trocknet, wird die Luft, die keine Feuchtigkeit auflöſet, mehrentheils merklich elaſtiſcher. De Sauſſüre hat hierüber viele ſorgfältige Verſuche unter gläſernen Glocken angeſtellet, und gefunden, daß jeder Grän verdunſteter Feuchtigkeit die Federkraft der Luft ungefähr gleich ſtark vermehret, ihre wahre Feuchtigkeit mag größer oder kleiner ſeyn. Nach ſeinen Berechnungen wird die eingeſchloſſene Luft durch jeden Grän aufgelöſter Feuchtigkeit noch um etwas ſehr weniges elaſtiſcher, als wenn man ihr einen Grän reine Luft zugegeben und ſie dadurch verdichtet hätte, ſo daß dieſe Luft, wenn ſie ſich frey ausdehnen könnte, etwas eigenthümlich leichter ſeyn würde, als ſie vor der Auflöſung des Waſſers war. Es macht aber die Verminderung der eigenthümlichen Schwere der Luft ſelbſt bey der größten Menge von Dünſten, welche die Luft aufnehmen kann, nur gegen $\frac{1}{400}$ ihrer Schwere aus. Herr Hube ſchließt nun hieraus, daß jeder Grän Waſſer ſo auseinander getrieben würde, als ob er ſelbſt in einen Grän Luft, und alſo ungefähr in einen 900 Mahl größern Raum ausgedehnet würde. Die heftigen Bewegungen machen, daß beſtändig viele kleine noch unaufgelöſte Theilchen von der Luft mit fortgeriſſen und nach allen Seiten hin mit der größten Schnelligkeit zerſtreuet werden. Iſt der trocknende Körper warm und naß genug, ſo werden dieſe Waſſertheilchen oft ſo groß und ſo häufig, daß ſie die Luft trüben, und als ein Rauch erſcheinen. Ueberhaupt aber ſteigen ſie oft in der Atmoſphäre zu einer anſehnlichen Höhe auf, ehe ſie ſich völlig auflöſen.

Die Ausdünſtung der zweyten Art geht langſam von Statten, und die Luft wird hier durch die Auflöſung des Waſſers wenig oder gar nicht elaſtiſcher. Setzt man des Sommers bey heißem Wetter ein Gefäß mit Waſſer an einem ganz ruhigen verſchloſſenen Orte in die Sonne, ſo geht Anfangs die Ausdünſtung ſtark von Statten oder es dünſtet auf die erſte Art aus. Nach und nach aber häufen ſich, wegen der Ruhe der Luft, indem das Waſſer in der Sonne ſich immer mehr erhitzt, die Dünſte und Waſſertheilchen in der

nächſten

nächſten Luft über dem Waſſer ſo ſehr an, daß dieſe ihre Ziehkraft faſt ganz verlieret, und daher nur ſehr langſam und auf die zweyte Art auflöſet. Bisweilen bemerket man auf der Oberfläche des Waſſers ein halbdurchſichtiges Häutchen, und wenn man dieſes wegbläſet, ſo fängt gleich wieder eine Ausdünſtung von der erſten Art an. Wenn unter einer Glocke ein Barometer und Thermometer aber zugleich, anſtatt eines feuchten Lappens, ein Gefäß mit Waſſer verſchloſſen wird, ſo fällt während der Ausdünſtung das Thermometer nicht und das Barometer ſteiget nicht. Sogar ein feuchter Lappen fängt in einer Glocke an auf die zweyte Art zu trocknen, ſo bald ein darin befindliches Haarhygrometer auf den 90 Grad der Feuchtigkeit kommt. Alsdann ſteigt nach Verhältniß das Barometer viel weniger, und auch das Thermometer fällt viel weniger, als vorher, bis endlich beide ganz unbeweglich bleiben, ungeachtet die eingeſchloſſene Luft noch immer viel feuchter wird. Dieſe Erfahrung beweiſet ebenfalls ſehr deutlich, daß die Ausdünſtung der erſten Art in die von der zweyten Art übergeht, ſo bald die Ziehkraft der aufzulöſenden Luft wegen der zu ſtarken Anhäufung der Dünſte, oder aus andern Urſachen zu ſehr geſchwächt wird.

Die Luft wird durch die Ausdünſtung der zweyten Art ſpecifiſch ſchwerer, weil dadurch die Elaſticität derſelben nicht verſtärket wird. Folglich muß das abſolute Gewicht der Luft um eben ſo viel größer werden, als das in ihr aufgelöſte Waſſer beträgt. Bisweilen kann die Vermehrung dieſes ſpecifiſchen Gewichtes ſehr viel betragen, wie **Lambert** durch Verſuche dargethan hat, nach welchen 1 pariſ. Cubikfuß Luft ungefähr 342 pariſ. Grän Waſſer aufnehmen könne, welche aber von den Erfahrungen des Herrn **de Sauſſüre** weit abweichen. Denn nach dieſen kann ein Cubikfuß nicht mehr als 11 Grän Waſſer aufnehmen. Jedoch glaubt Herr **Hube**, daß die Luft, welche 12 bis 15 franzöſ. Grad warm iſt, noch mehr Waſſer, als der dritte Theil ihres Gewichtes beträgt, aufgelöſt in ſich enthalten könne.

Bey der erſten Art der Ausdünſtung werden die Wa-
ſertheilchen, indem ſie ſich in der Luft völlig auflöſen, wie e
ſcheinet, auf eine beſondere Art mit ihrer Feuermaterie ver-
bunden, und gleichſam luftförmig gemacht. In dieſer Ge-
ſtalt gehn ſie nachher auch beſtändig aus den feuchtern i
die trockenen Luftmaſſen über, bis ſie niedergeſchlagen wer-
den. Bey der zweyten Art der Ausdünſtung hingegen verei-
nigen ſich die Waſſerdünſte mit der untern auflöſenden Luft
ohne luftförmig zu werden. Sie können alſo auch die obern
Luft nicht ausdehnen, wenn ſie ſich erheben.

In einer ſehr verdünnten Luft iſt die Ausdünſtung des
Waſſers allezeit ſehr ſchnell, d. h. von der erſten Art, und
mit einer ungemein ſtarken Federkraft verſehen; unfehlbar
weil die Waſſerdünſte ſich um deſto leichter und ſchneller
durch die Luft zerſtreuen, je dünner ſie iſt. Dieß beſtätigen
die Erſcheinungen des Waſſerhammers (ſ. **Waſſerhammer**)
und der **frankliniſchen Röhre**, oder einer dünnen gläſer-
nen, an beiden Enden ſenkrecht umgebogenen Röhre, welche
ſich in zwey luftleere und halb mit Waſſer oder Weingeiſt
angefüllte Kugeln endiget. In dieſen beiden Werkzeugen
kocht das Waſſer ſchon bloß durch die Wärme der Hand.
Die ſehr verdünnte Luft, die ſich in den Kugeln dieſer Werk-
zeuge befindet, löſet nämlich mit Heftigkeit das Waſſer auf,
ſo bald ihre Ziehkraft durch die geringſte Wärme der Hand
verſtärket wird. Während der Auflöſung des Waſſers in der
Luft nimmt man in der Hand, welche die Kugel der Röhre
hält, beſtändig eine Erkältung wahr, welche eben von der
ſchnellen Auflöſung des Waſſers herrühret. Ueberhaupt wird
die Luft durch die Auflöſung des Waſſers um deſto elaſti-
ſcher, je dünner ſie iſt, weil ſie nach Verhältniß eine immer
größere Menge Waſſer auflöſen kann, ehe ſie geſättiget wird.
Wenn ein kleines Tröpſchen Waſſer auf irgend eine Art bis
an das untere Ende des längern oben verſchloſſenen Schen-
kels eines Barometers kommt, ſo läuft es, weil es eigen-
thümlich viel leichter iſt als das Queckſilber, in dieſem an der
Wand der Röhre bis nach oben, und wird ſelbſt gleich von
der

der höchſt dünnen Luft, die über dem Queckſilber iſt, aufgelöſet. Hierdurch nimmt aber die Federkraft jener Luft ſo ſehr zu, daß das Barometer 10 bis 12, ja zuweilen an 18 pariſer Linien (nach Lavoiſier und de la Place iſt das Maximum nur 6 Linien) niedriger ſteht, als andere gute Barometer.

Im erſten Anfange pflegt die Ausdünſtung ganzer Waſſermaſſen die von der erſten Art, in der Folge aber, wenn ſich die an der Waſſerfläche zunächſt liegende Luftſchicht mit Feuchtigkeit angefüllt hat, die von der zweyten Art zu ſeyn. Bey der Ausdünſtung der erſten Art löſet eingeſchloſſene Luft bey mittlerer Temperatur etwa den 75ten Theil ihres Gewichtes an Waſſer auf, und ihre Elaſticität wird, wie nach den Verſuchen des de Sauſſure folget, dadurch um $\frac{1}{54}$ verſtärket; hingegen kann alsdann die Ausdünſtung nach der zweyten Art noch ſehr lange Zeit fortdauern, und die eingeſchloſſene Luft, ohne ihre Elaſticität zu vermehren, bis gegen $\frac{1}{3}$ ihres Gewichtes an Waſſer aufnehmen. So bald ſich aber die Waſſertheilchen mit der Luft verbunden haben, ſo können ſie nun auch keine Veränderung weiter erleiden, ſie mögen in eine Luftſchicht übergehen, in welche ſie wollen. Diejenigen Waſſertheilchen alſo, welche ſich nach der erſten Art in der Luft aufgelöſet haben, vermehren auch die Elaſticität der obern Luft; diejenigen hingegen, welche ſich auf die andere Art auflöſen, können auch die obere Luft nicht ausdehnen. Dieſen merklichen Unterſchied der Auflöſungen beider Arten gebrauchet Herr Hube zur Erklärung der Meteore.

So wie es nach Herr Hube eine doppelte Art von Auflöſung des Waſſers in der Luft gibt, ſo findet auch nach ihm eine doppelte Art von Niederſchlagung Statt. Die Nieſchlagung von der erſten Art hat nämlich alsdann Statt, wenn das Waſſer auf die erſte Art, die Niederſchlagung von der andern Art aber, wenn das Waſſer auf die zweyte Art aufgelöſet war. Bey der Niederſchlagung der erſten Art verlieret die Luft gerade ſo viel von ihrer Federkraft, als ſie vorher durch die Auflöſung gewonnen hatte; bey der Nie-

 derſchla-

derſchlagung der zweyten Art aber behält ſie ihre Federkraft, verlieret aber an ihrem eigenthümlichen Gewichte. Beide Arten der Niederſchlagungen kann man ferner in abſolute und relative theilen. Die erſtern entſtehen, wenn die Luft mit Waſſer überſättiget iſt. Sie machen die Luft allemahl trübe. Die letzteren finden Statt, wenn ſich die Dünſte, indem ſie ſich aus der Luft abſondern, gleich an andere Körper hängen, weil ſie von dieſen ſtärker angezogen werden, als von der Luft. Dieſe trüben die Luft nicht. Durch die Kunſt können wir nur relative nicht aber abſolute Niederſchlagungen des Waſſers aus der Luft hervorbringen.

So weit die Theorie des Herrn Hube mit ſeinen eigenen Worten. Ich ſetze hierzu nur noch einige Anmerkungen:

In beiden Theorien wird angenommen, daß ſich das ausgedunſtete Waſſer chemiſch auflöſe; nur in Anſehung des Stoffs, womit ſich das Waſſer bey der wirklichen Ausdünſtung verbindet, ſind beide verſchieden. Nach **de Lüc's** Theorie iſt dieſer Stoff das Feuer oder die Wärmematerie; nach dem Auflöſungsſyſtem aber die Luft. Es ſind ganz ausgemachte Thatſachen, daß das Waſſer in Verbindung mit dem Wärmeſtoffe in eine Dampfgeſtalt übergehet, und daß dieſe Verdampfung deſto ſchneller erfolge, je geringer der Druck der Luft bey einerley Wärmegrad iſt. Gerade im luftleeren Raume verdunſtet das Waſſer am ſtärkſten, und bey einerley Wärme im luftvollen Raume am ſchwächſten. Aber eben eine ſolche ſchwache Verdampfung iſt der Ausdunſtung ſo ſehr ähnlich, daß beide nicht verſchiedener Urſachen bedürfen, um ſie natürlich und gehörig zu erklären. Nach dem Auflöſungsſyſtem hingegen werden die beiden ähnlichen Erſcheinungen, die Verdampfung und die Ausdünſtung, aus der Wirkung zweyer verſchiedener Urſachen hergeleitet. Der Verdampfung ſoll nämlich der Druck der Luft hinderlich, der Verdünſtung aber die Ziehkraft der Luft beförderlich ſeyn. Ueberhaupt trifft man bey der Ausdunſtung auf Phänomene, welche ſich nach dem Auflöſungsſyſtem gar nicht erläꝛen laſſen. So erfolget die Ausdünſtung im luftleeren

Raume

Raume am ſtärkſten. Wie läßt es ſich nach dem Auflöſungsſyſteme begreifen, daß gerade da die Auflöſung mit der größten Heftigkeit und am ſchnellſten vor ſich gehe, wo das Auflöſungsmittel (die Luft) entweder gänzlich fehlt, oder doch wenigſtens nur in einer ganz unbedeutenden Menge da iſt. Wie kann man ferner in einem ſolchen luftleeren Raume die verſtärkte Federkraft der Luft durch die in ſelbigem erfolgte Ausdünſtung herleiten, da keine Luft da iſt, oder doch ſo wenig, daß es ganz unbegreiflich iſt, wie dieſe eine ſo ungeheure Federkraft erlangen kann? Ja die Erfahrung beweiſt, daß in dem Waſſerhammer und in der frankliniſchen Röhre die Ausdünſtung deſto ſchneller von Statten gehe, je reiner man die Luft weggebracht hat. Alles dieß ſind offenbare Thatſachen, daß die Ausdünſtung des Waſſers nicht als eine Auflöſung des Waſſers in der Luft zu betrachten, ſondern daß ſie vielmehr als eine Wirkung der Wärme anzuſehen ſey. Die Erfahrung des Herrn **Hube**, daß unter einer Glocke mit Luft das Barometer nicht ſteiget, und das Thermometer nicht fällt, wenn Statt des feuchten Lappens ein Gefäß mit Waſſer in ſelbige gebracht worden, iſt ganz falſch, indem mir ein genauer Verſuch gerade das Gegentheil gezeiget hat. Die Theorie des Herrn de Lüc hingegen kann von dieſen Erſcheinungen die befriedigendſte Rechenſchaft geben, und zeiget zugleich, daß völlig getrocknete Luft, zu welcher Waſſer gelaſſen worden, eben ſo aufs Hygrometer wirkt, als wenn bey gleichem Wärmegrade ganz allein der Waſſerdampf, ohne Luft dabey nöthig zu haben, gewirket hätte. Eben ſo beweiſet ſie auch, daß die vermehrte Trockenheit, welche das Hygrometer bey mehr verdünnter Luft zeiget, ſich nach dem Auflöſungsſyſteme gar nicht erklären laſſe. Ueberhaupt iſt die Theorie des Herrn de Lüc mit geprüften Erfahrungen ſo ſehr unterſtützt, daß wohl ſchwerlich gegründete Einwendungen dagegen aufgebracht werden können. Zwar ſucht Herr Hube das Auflöſungsſyſtem ebenfalls mit Erfahrungen zu unterſtützen; allein ſie können doch nie ſo einfach und ſo analog erkläret werden,

als nach der Theorie des Herrn de Lüc. Wie viel Willkürliches liegt nicht in der Annahme von zweyerley Auflöſungen des Waſſers in der Luft, und in der That wird es mir ſchwer, den Unterſchied dieſer beiden Arten von Auflöſungen in der Natur jederzeit zu erkennen, ſo daß ich mir keine recht beſtimmten Begriffe davon machen kann. Ueberhaupt iſt es aber nach Herrn **Lichtenbergs** Meinung noch gar nicht erwieſen, ob es möglich ſey, irgend einen Stoff in ſo genannte Luftarten aufzulöſen, ohne gänzliche Veränderung ihrer Natur, und ohne Uebergang in andere Luftarten.

Herr de Lüc beweiſt übrigens noch, daß das ausgedunſtete Waſſer in der oberen Luft durch irgend eine Naturoperation eine Veränderung erleiden müſſe, weil man in der Höhe bey ſehr niedriger Temperatur alsdann die größte Trokkenheit durch das Hygrometer angezeigt finde, wenn nach einer langen Zeit eine ungeheure Menge Waſſers in den Luftkreis durch Ausdünſtung aufgeſtiegen iſt. Herr de Lüc glaubt, daß hier der Waſſerdampf, welcher auch bey der niedrigſten Temperatur das Hygrometer nicht mehr afficire, ſelbſt ein Beſtandtheil der Luft geworden ſey. Er führet hierbey zugleich die Erfahrung an, daß ſich der Waſſerdampf wirklich in eine Luft verwandeln könne, indem er bey dem Durchgange durch ein glühendes Pfeifenrohr die Luftgeſtalt annehme.

Auch die beyden angenommenen Arten von Niederſchlagungen des Herrn Hube zeigen zu viel Willkürliches, und man hat in der That gar keinen Grund zu glauben, daß das Waſſer, nach der erſten Art aufgelöſet, durchgängig auf eine ganz andere Art mit der Luft verbunden bleibe, und ſich ganz anders aus ſelbiger niederſchlagen müſſe, als das nach der andern Art aufgelöſte. Herr de Lüc erkläret den Niederſchlag weit einfacher und beſſer durch den Niederſchlag des durch Wärmeſtoff aufgelöſeten Waſſers aus der Luft, worin dieſe Auflöſung ſich befindet.

Zuletzt kann endlich noch die Frage aufgeworfen werden: wenn die Ausdünſtung wirklich eine Auflöſung des Waſſers

in der Luft iſt, was für eine Form hat nun dieſe Auflöſung angenommen? Nach dem Begriffe der Auflöſung müſſen ſie offenbar an der Natur beyder Stoffe durch die Auflöſung Antheil genommen, und dadurch einen neuen Körper von eigener Natur gebildet haben. Sollte denn nun wohl dieſer daher entſtandene Körper von einer permanent elaſtiſchen, flüſſigen Materie verſchieden ſeyn? Wenigſtens hat man Urſache, dieſes nicht zu vermuthen, und ſo kämen ja zuletzt diejenigen, welche dem Auflöſungsſyſtem zugethan wären, mit dem Herrn de Lüc zuſammen.

Es bleibt mir nun noch übrig, die vorzüglichſten Sätze der Antiphlogiſtiker, in Anſehung der Ausdünſtung mit beyzubringen. Ich entlehne ſie insgeſammt von Herrn **Girtanner** *). Er ſagt: Feſtigkeit, Flüſſigkeit und Elaſticität ſind drey verſchiedene Eigenſchaften, welche nur verſchiedene Zuſtände eines und desſelben Körpers bezeichnen, und welche bloß von dem verſchiedenen Grade der Temperatur, d. h. von der größern oder geringern Menge von Wärmeſtoff in ihrer Miſchung abhängen. Es ſind drey verſchiedene Zuſtände, durch welche alle Körper in der Natur ſucceſſive gehen können. Das Waſſer z. B. iſt bey einer Temperatur unter o Reaum. ein feſter Körper, Eis. Bey einer höhern Temperatur wird das Anziehen ſeiner kleinſten Theile geringer, und es wird flüſſig. Bey einer noch höhern Temperatur von 80° Reaum. wird die anziehende Kraft ſeiner kleinſten Theile noch geringer. Dieſe folgen nunmehr der zurückſtoßenden Kraft des Wärmeſtoffes, und das Waſſer verwandelt ſich in Dampf, in Gas, in eine luftförmige, elaſtiſche Flüſſigkeit. Ehe ſich aber ein Körper in eine luftförmige Flüſſigkeit verwandeln kann, muß derſelbe ſehr elaſtiſch werden; er muß ſo viele elaſtiſche Flüſſigkeit, ſo viel Wärmeſtoff aufnehmen, daß ſeine Elaſticität größer wird als die Elaſticität der Atmoſphäre. Wird die Elaſticität der Atmoſphäre oder der ſo genannte Druck derſelben weggenommen, ſo verwandeln ſich viele Körper in Gas, welche ſich außerdem nie würden in Gas

*) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. gr. 8.

Gas verwandelt haben. So würden wir z. E. ohne D
der Atmosphäre die Naphtha nicht anders kennen, als
ter der Geſtalt einer elaſtiſchen Flüſſigkeit.

Die verſchiedenen Arten von Gas benennt man am b
nach ihrer Grundlage, d. h. nach demjenigen Körper
Stoffe, der, mit dem Wärmeſtoffe verbunden, jede beſon
Art von Gas ausmacht. Der Wärmeſtoff iſt allen gem
und weſentlich nothwendig. Diejenige elaſtiſche, luftförm
Flüſſigkeit, welche aus dem Waſſer entſteht, wenn daſſe
in einer Temperatur gehalten wird, welche größer iſt, als
Siedpunkt, heißt dem zufolge Waſſergas. Im gemein
Leben nennt man dieſes Gas Waſſerdämpfe. Zwiſchen ein
ſo genannten Dampfe und einem Gas findet gar kein weſe
licher Unterſchied Statt.

Alle Arten von Gas, die wir kennen, löſen Waſſer a

Ein Körper kann aus dem tropfbaren Zuſtande in d
elaſtiſchen übergehen: 1) durch die Wirkung des Wärmeſto
Dieſer Uebergang wird **Verdampfung** genannt. 2) Dur
eine hinlängliche Abnahme des äußern Drucks. Auch
dieſem Falle wird eine beträchtliche Menge Wärmeſtoff ei
geſogen und gebunden. Dieſer Wärmeſtoff wird den b
nachbarten Körpern entzogen, und dieſe werden daher wäh
rend des Verdampfens der Flüſſigkeit kälter. So verdampf
z. E. das kalte Waſſer unter der Glocke einer Luftpumpe, un
verurſachet Kälte. 3) Durch die Wirkung einer ſchon vor
her vorhandenen elaſtiſchen Flüſſigkeit. Auch in dieſem Fall
wird ſehr viel Wärmeſtoff eingeſogen und gebunden. Dieſer
Wärmeſtoff wird den benachbarten Körpern entzogen, welche
daher erkalten. So löſet ſich z. B. das Waſſer in der At
mosphäre auf, vermehret den Umfang derſelben, und erkäl
tet ſie, im Verhältniſſe mit der Menge und der Schnellig
keit jener beſondern Art von Löſung, welche man **Verrau
chung** (euaporatio) nennt.

Die der Verrauchung günſtigen Umſtände ſind: 1) eine
höhere Temperatur der aufzulöſenden, tropfbaren Flüſſigkeit;
2) eine größere Dichtigkeit des auflöſenden, elaſtiſchen Flüſſi-
gen:

gen: in beyden Fällen ſind beyde Körper dem Zuſtande näher, in den ſie übergehen ſollen.

Der Zuſtand eines elaſtiſchen Flüſſigen iſt der letzte Zuſtand, in welchen der Wärmeſtoff einen Körper verwandeln kann. Aber auch noch in dieſem Zuſtande hört der Wärmeſtoff nicht auf, auf den Körper zu wirken, indem er denſelben ausdehnet, oder ſeine Elaſticität vermehret.

Der Wärmeſtoff wirkt auf die Körper, indem er dieſelben ausdehnet, wenn der äußere Druck ſeiner Wirkung nachgeben kann. Daher unterſcheidet man, **entſtehende Dämpfe** und **gehobene Dämpfe**. Entſtehende Dämpfe ſind ſolche, welche gerade die nöthige Temperatur haben, um in dem Zuſtande eines elaſtiſchen Flüſſigen zu ſeyn, und welche weder die geringſte Erkältung, noch die geringſte Zunahme des Drucks erleiden können, ohne daß ſie ſich wenigſtens zum Theil wieder in eine tropfbare Flüſſigkeit verwandeln. Gehobene Dämpfe ſind ſolche, deren Temperatur höher iſt, als die Temperatur der tropfbaren Flüſſigkeiten, aus denen ſie entſtanden ſind, im kochenden Zuſtande iſt. Durch einen gewiſſen Grad von Druck kann man ſie erkälten, ohne ihren Zuſtand zu verändern. Alle Arten von Gas ſind weiter nichts als gehobene Dämpfe. Sie laſſen ſich wenigſtens im mittleren Zuſtande, offenbar im Verhältniſſe der drückenden Laſt, zuſammendrücken.

Das Waſſer löſet ſich in der Luft auf zweyerley Weiſe: vermöge des Feuers und ohne Feuer. Mit dem Feuer verbunden iſt das Waſſer in Geſtalt gehobener Dämpfe oder in Geſtalt von Waſſergas mit der atmosphäriſchen Luft vermiſcht. Außerdem aber enthalten noch die verſchiedenen Gasarten, aus denen die atmosphäriſche Luft beſteht, Waſſer in flüſſiger Geſtalt aufgelöſt.

Das Hygrometer zeigt nur an, wie viel Waſſer in flüſſiger Geſtalt in der atmosphäriſchen Luft enthalten iſt: aber es zeigt nicht an, wie viel Waſſer in Geſtalt von Eis, oder in Geſtalt von Gas, die Luft enthält. Eine Luft kann daher,

her, zufolge der Grade, welche das Hygrometer anzeiget, ſehr trocken zu ſeyn ſcheinen, und dennoch ſehr viel Waſſer in Gasgeſtalt enthalten. Daher kommt es, daß eine ſehr trokkene Luft, bey ſtarker Erkältung, auf ein Mahl feucht wird; und ſo entſteht oft, aus einer ſehr trockenen Luft ein plötzlicher Regen von viel tauſend Centnern Waſſer.

Wenn man alle dieſe Sätze gehörig prüft, ſo wird man finden, daß ſie ſich nicht alle auf richtige Erfahrungen gründen. So iſt der Erfahrung ganz entgegen, Waſſerdämpfe mit dem Waſſergas für einerley zu halten. Denn obgleich bey jeder Temperatur Waſſerdampf beſtehen kann, ſo wird er doch bey jeder Erkältung und bey jedem Drucke zerſetzet, welches bey einem Gas nicht Statt findet. Der Satz, daß alle Arten von Gas Waſſer auflöſen, iſt nicht bewieſen, ſondern nur willkürlich angenommen. Nach den Beobachtungen des Herrn de Lüc iſt es nicht alle Mahl wahr, daß eine ſehr trokkene Luft bey ſtarker Erkältung auf ein Mahl feucht wird, vielmehr zeigte das Hygrometer vor plötzlichen Regengüſſen in ſehr kalter Luft Trockenheit; daher laſſen ſich dieſe Regen unmöglich aus einem Niederſchlag durch Erkältung erklären. Herr Girtanner ſucht ſich dagegen zu vertheidigen. Weil dieſes aber ein vorzüglicher Gegenſtand iſt, welcher den Regen betrifft, ſo ſoll es auch dem Artikel **Regen** vorbehalten ſeyn.

M. ſ. **de Lüc** zweyter Brief an **de la Metherie** über Wärme, Schmelzen und Verdünſtung in **Grens** Journal der Phyſik B. II. S. 402 u. f. Dritter Brief über Dämpfe, luftförmige Flüſſigkeit und atmosphäriſche Luft. **Ebendaſ.** B. III. S. 132 u. f. Ueber die Ausdünſtung, von **de Lüc**, aus den Philoſoph. Transact. von 1792. in **Grens** Journal d. Ph. überſ. B. VIII. S. 141. W. A. E. **Lampadius** Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers. Götting. 1793. 8. S. 79–86. **Erxlebens** Anfangsgründe der Naturlehre, herausgeg. von **Lichtenberg**. VI. Aufl. Götting. 1794. Vorrede und Anmerk. zu §. 238 und §. 434.

Ausflüſſe (effluuia, emanationes, exhalationes, émanations, émiſſions, exhalaiſons) ſind Verbreitungen der getrennten Theile eines Körpers in dem Mittel, worin er ſich befindet, die getrennten Theile mögen flüſſig, oder bey feſten Körpern ſelbſt ſehr feine abgeſonderte Theile ſeyn. Dergleichen Ausflüſſe der Körper können auf mancherley Weiſe entſtehen, durch eine innere Bewegung, wie z. B. bey der Gährung, Fäulniß, beym Kochen der Flüſſigkeiten u. ſ. w., durch die Einwirkung der Wärme, durch Auflöſungen u. d. g.

So erzeugen Ausflüſſe die Transſpiration der thieriſchen und vegetabiliſchen Körper, die Verdampfung und Verdunſtung, die Entbindungen der Gasarten u. d. g. mehr. Daher hat auch das Syſtem, nach welchem das Licht als ein Ausfluß von feiner Lichtmaterie von dem leuchtenden Körper angenommen wird, den Nahmen des **Emiſſions- oder Emanationsſyſtems** erhalten.

Mehrentheils ſind die Ausflüſſe von einer außerordentlichen Feinheit. Wenn z. B. eine Cubiklinie Lavendelöl zur Ausdünſtung gebracht wird, ſo kann dadurch ein Zimmer von riechbaren Theilen erfüllet werden. Geſetzt, es wäre die Länge des Zimmers 18 Fuß und die Breite auch 18 Fuß, und die Höhe 10 Fuß, mithin der ganze körperliche Inhalt des Zimmers = 18. 18. 10 = 3240 Cubikfuß = 466560 Cubiklinien. Nimmt man nun in einer Cubiklinie nur 4 riechbare Theile an, ſo würde eine Cubiklinie in 1866240 riechbare Theile zerriſſen. Wenn man ferner ein Stück Ambra vom Gewichte 100 Gran auf einer Wage, welche den kleinſten Theil eines Grans merklich beweget, eine Zeit lang liegen läßt, ſo wird ein Zimmer beſtändig von den riechenden Ausflüſſen erfüllt ſeyn, wenn auch das Zimmer unaufhörlich mit friſcher Luft in einem abwechſelnden Zuſtande erhalten wird. Nach $3\frac{1}{2}$ Tagen bemerkt man noch nicht ein Mahl den geringſten Verluſt von dem Stück Ambra; wie fein müſſen alſo nicht die Ausflüſſe hiervon ſeyn. Dergleichen Beyſpiele hat vorzüg-

lich Boyle *) geſammelt. Ohne Zweifel ſind die Ausflüſſe nichts weiter als Dampf, oder ſeine durch die expanſive Kraft des Wärmeſtoffs mit fortgeriſſene Theilchen, die ſich in dem umgebenden Mittel eben ſo wie die Ausdünſtung des Waſſers verhalten. Daher werden die Ausflüſſe eben ſo wie der Waſſerdampf durch Erkältung und durch Druck zerſetzet, und durch das Hinzukommen von Wärmeſtoff wieder aufs Neue expanſibel gemacht. Es iſt bekannt genug, welche Unordnung die durch die Erkältung unterdruckte Transſpiration im thieriſchen und vegetabiliſchen Körper verurſachen kann, oft zieht ſie denſelben den Tod zu. Es iſt ſchon hieraus einzuſehen, daß die Ausflüſſe der Körper ein vorzüglich wirkſames Mittel ſind, Veränderungen in der Natur von wichtigen Folgen hervor zu bringen. Auch hängt ja größtentheils von ihnen eine geſunde oder ungeſunde Luft ab. Welche wohlriechende Düfte verbreiten nicht im Lenz die Blumen umher; wie ſchädlich ſind aber auch nicht die Ausflüſſe moraſtiger Gegenden? Kurz die Ausflüſſe nähren, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, die Atmoſphäre unſerer Erde, ohne welche wir unſer Leben nicht fortſetzen könnten.

Herr **Prevoſt** β) hat eine eigene Abhandlung über die Ausflüſſe riechender Dinge, und über die Mittel, ſie dem Geſichte bemerkbar zu machen, abgefaßt. Die vorzüglichſten Reſultate ſeiner Verſuche ſind folgende:

1. Bringt man riechende, entweder flüſſige oder feſte Subſtanzen, auf eine befeuchtete Platte oder auch in eine mit einer dünnen Waſſerſchicht überzogene breite Untertaſſe, ſo treiben ſie dieſe auf der Stelle weg, und es bildet ſich um ſie herum ein Raum von etlichen Zollen.
2. Legt man ein Stückchen einer feſten riechenden Subſtanz oder auch ein Stückchen mit einer riechenden Materie

*) Exerc. de mira ſubtilitate effluuiorum in den operib. Geneuae. 1680. 4.

β) Annales de Chimie T. XXI. S. 259 u. f. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. IV. S. 242.

terle getränktes oder beſtrichenes Löſchpappier oder Kork aufs Waſſer, ſo kommen dieſe ſogleich in eine drehende Bewegung mit großer Geſchwindigkeit. Dieſe Erfahrung hat ſchon **Romieu** mit Kampfer gemacht, und ſie fälſchlich von der Elektricität abgeleitet. Selbſt an Kampferſtückchen von 7 bis 8 Quentchen bemerkt man Bewegung.

3. Wenn in dieſem Falle eine riechende Flüſſigkeit aufs Waſſer geſchüttet wird, ſo wird die Bewegung dadurch ſo lange gehemmt, bis jene verflüchtigt iſt. Ein fettes Oel hemmt die Bewegung ſo lange, bis man das dadurch auf dem Waſſer gebildete Häutchen wieder weggenommen hat.

4. Wird das Waſſer durch abwechſelndes Eintauchen und Herausziehen mit einem Blättchen Metall, Papier oder Glas von dem erwähnten Häutchen befreyet, ſo kommt die drehende Bewegung wieder. Es iſt hinreichend, eine Stange Siegellack, ein Stück Wachsſtock ins Waſſer zu tauchen, und die an der Oberfläche derſelben angehängten Tropfen auf das Waſſer, worauf ſich die riechenden Subſtanzen bewegen, zu werfen, um dieſe Bewegung zu hemmen. Metall thut nicht dieſelbige Wirkung, wie das Wachs.

5. Es bildet ſich um die riechenden Subſtanzen eine Atmosphäre von Elaſtiſchflüſſigen, von welcher die angezeigten Wirkungen abhängen.

6. Ein Stück Kampfer z. B., welches 3 bis 4 Linien ins Waſſer getaucht iſt, ohne darin zu ſchwimmen, erregt um ſich herum eine zitternde Bewegung in dem Waſſer, welche die kleinen benachbarten Körperchen abſtößt, und wieder zum Kampfer zurückbringt. Herr **Prevoſt** ſchließt hieraus, daß von der riechenden Subſtanz ein elaſtiſches Fluidum, gleich dem Feuer einer Rakete oder beym Abbrennen eines Schießgewehrs, entweiche.

7. Wenn zwiſchen der Höhe des Waſſers und dem Stückchen Kampfer, welches man zum Verſuch braucht, ein gewiſſes Verhältniß erreicht worden iſt, ſo entfernt ſich das Waſſer plötzlich davon, kommt dann zum Kampfer zurück, entfernet ſich von neuem, wie durch eine Explosion, deren Rückwirkung dem Kampferſtück eine Umdrehung um ſich ſelbſt veranlaßt.

8. Stückchen Kampfer von der Größe einer Erbſe, und andere riechende Subſtanzen auf die Fläche eines runden Metallblattes von 4 bis 5 Linien Durchmeſſer, das auf dem Waſſer ſchwimmt, gelegt, geben dieſer Unterlage eine minder lebhafte Bewegung, als diejenige iſt, welche der Kampfer für ſich erhält. Wenn man das Glas, worin man die Verſuche macht, faſt ganz mit Waſſer anfüllt, und mit einer Platte bedeckt, und ſo die Berührung der Luft unterbricht, ſo wird die Bewegung ſchwächer und gehemmt.

9. Der Kampfer für ſich bewegt ſich ſchneller, als wenn er auf Metallblättchen liegt. Hieraus ſchließt Herr **Prevoſt**, daß die unmittelbare Berührung des Waſſers von der Luft die Entwickelung des Fluidums begünſtiget, welches die Bewegung hervorbringt.

10. Der Kampfer verdünſtet 30 bis 40 Mahl ſchneller, wenn er auf Waſſer liegt, als wenn er von allen Seiten von der Luft umgeben iſt.

11. Während der Kampfer ſich in die Luft zerſtreuet, behält er ſeine Form und ſeine mattweiße Farbe; auf dem Waſſer hingegen rundet er ſich ab, und wird durchſichtig, als wenn er eine Art von Schmelzung erlitt. Man könnte glauben, daß dieß von der erhaltenen Bewegung herrühre, wodurch er mehr Oberfläche der Luft darbietet.

12. Bey 12 gleichen Kampferſtückchen, wovon 6 in einer mit recht trockenem, ungelöſchtem Kalk verſehenen Glocke, und 6 andere in einer mit einem naſſen Schwamme feucht erhaltenen Glocke aufgehängt waren, war

die Verflüchtigung durchaus gleich; und das Waſſer, das in dieſem Falle den Kampfer nicht berührte, ſchien dazu nichts beyzutragen.

13. Es iſt vielmehr dazu nöthig, daß das Waſſer ihn unmittelbar berühre; auch zerſtreuen ſich Kampferſtückchen, die auf beſtändig naß erhaltenem Löſchpappier liegen, eben ſo ſchnell, und werden eben ſo durchſichtig, als wenn man ſie auf Waſſer legt; ſie erhalten aber keine Bewegung.

14. Die gemeinſchaftliche Wirkung des Waſſers und der Luft begünſtiget alſo die Entwickelung des Fluidums, das der Grund der Bewegung und der gänzlichen Zerſtreuung der riechenden Körper iſt.

15. Die Bewegung der riechenden Subſtanzen auf dem Waſſer wird nach einiger Zeit von ſelbſt gehemmt und hört auf, weil das Waſſer alsdann einen ſtarken Geruch erlangt, und die Verflüchtigung nun in allen Punkten ſeiner Oberfläche gleich ſtark geſchiehet, folglich die kleine Maſſe ſich von der riechenden Flüſſigkeit ſelbſt umgeben befindet, welche nicht mehr bloß Luft iſt, und ſich darin, wie in gewöhnlichen Flüſſigkeiten auflöſet, ohne Bewegung zu erhalten.

Hierbey findet noch ein merkwürdiger Umſtand Statt. Berühret man nämlich mit einer in Oel getauchten Stecknadel die Oberfläche des Waſſers, worauf ſich die riechenden Theilchen bewegen, ſo hören in dem Augenblicke die Bewegungen auf; man ſieht auf dem Waſſer ein durchs Oel gebildetes Regenbogenhäutchen.

Durch dieſe Erfahrungen glaubt Herr **Prevoſt** ein Mittel erfunden zu haben, die riechenden Ausflüſſe vermittelſt des Waſſers fürs Geſicht und Gefühl bemerkbar zu machen. Vielleicht könnte nach ſeinem Ausdrucke dieſe Art von **Odoroſkop** bey größerer Vervollkommenung ein **Odorimeter** (**Odmometer**) werden.

Auslader (excitator electricus, excitateur, arcconducteur) ſind zum elektriſchen Apparate gehörige Werkzeuge, mittelſt

mittelſt welcher die mit Elektricität geladenen Körper entladen werden.

Den Auslader, welcher zur Entladung elektriſcher Flaſchen und der Batterie gebrauchet wird, verfertiget man gewöhnlich aus einem ſtarken Meſſingdraht, welcher in Form eines Kreisbogens gebogen, oder auch ſo zubereitet worden, daß man ihn wie die Schenkel eines Zirkels öffnen und zuſammenlegen kann. Dieſer Drath (fig. 28) a b c hat in beyden Enden ein Paar metallene Kügelchen a und c, und einen nichtleitenden Handgriff d, etwa von dürrem Holze oder von Glaſe, der in der Mitte des Drahtes befeſtiget iſt. Will man dieſes Inſtrument gebrauchen, ſo faßt man es mit der Hand beym Handgriffe, berühret mit einem meſſingenen Kügelchen die eine Seite des geladenen elektriſchen Körpers, mit dem andern Kügelchen aber die andere Seite dieſes elektriſchen Körpers oder die damit verbundene leitende Subſtanz a, ſo wird dadurch die Verbindung der beyden Seiten des elektriſchen Körpers ergänzet, und derſelbe wird entladen, ohne daß die Hand einen Schlag fühlt. Sollte der elektriſche Körper nicht ſtark geladen ſeyn, ſo kann man auch ohne den Handgriff d den meſſingenen Draht a b c in die Hand nehmen, und auf vorbeſchriebene Weiſe die Entladung vornehmen. Denn das Metall iſt ein beſſerer Leiter als die Hand, und die Elektricität folgt daher den Weg durch das Metall, ohne in die Hand zu wirken. Bey ſtärkerer Ladung hingegen, wie z. B. bey einer Batterie, würde man auf dieſe letztere Art einer Lateralexploſion ausgeſetzet ſeyn. Es iſt vortheilhaft, die Einrichtung des Ausladers ſo zu machen, daß die beyden meſſingenen Kügelchen an beyden Enden abgeſchraubet und dagegen andere zum ſtillen Entladen angeſchraubet werden können.

Wenn eine Batterie entladen werden ſoll, ſo hängt gemeiniglich der eine Arm des Ausladers mittelſt einer Kette mit dem Haken, der mit der äußern Belegung der im Kaſten der Batterie befindlichen Flaſchen verbunden iſt, zuſammen; der andere Arm des Ausladers mit dem Kügelchen wird

wird alsdann einem von den metallenen Stäben genähert, welche die innere Belegung der Flaſchen mit einander verbinden.

Henly hat einen eigenen Auslader angegeben, welchen man den **allgemeinen Auslader** nennt, und welcher zu ſehr vielen elektriſchen Verſuchen gebrauchet wird. Seine Theile ſind folgende: (fig. 29) a b iſt ein flaches Bret, 15 Zoll lang 14 Zoll breit und ungefähr 1 Zoll dick, welches den Fuß des Ausladers abgibt; c d und e f ſind zwey Säulen von Glas, welche in das Bret a b eingeküttet, und oben mit meſſingenen Stücken verſehen werden, deren jedes ein doppeltes Charnier hat, und eine Röhre enthält, durch welche ſich der Draht g h ſchieben läßt. Außer dieſem Hin- und Herſchieben des Drahtes muß er auch nach mittelſt der Chaniere horizontal und vertikal beweget werden können. Ein jeder Draht hat an dem einen Ende einen Ring g, und an dem andern Ende eine kleine meſſingene Kugel h, welche nach Gefallen auf die Spitze derſelben geſteckt und wieder abgenommen werden kann. k iſt eine ſtarke hölzerne Scheibe 5 Zoll im Durchmeſſer, auf deren Oberfläche ein Stück Elfenbein eingeleget iſt, und die einen ſtarken cylindriſchen Fuß hat. Dieſer Fuß geht in einen andern hohlen Cylinder i, welcher in der Mitte des untern Bretes a b befeſtiget iſt, und worin der Fuß der hölzernen Scheibe vermittelſt einer Schraube auf jede erforderliche Höhe geſtellet werden kann. m iſt eine kleine zu dieſem Inſtrumente gehörige Preſſe, welche aus zwey länglichen Bretern, die durch zwey Schrauben an einander gepreſſet werden können, beſteht; das unterſte Bret hat einen cylindriſchen Fuß, der eben ſo groß iſt, als der Fuß der Scheibe k. Wenn dieſe Preſſe gebraucht werden ſoll, ſo wird ſie in den hohlen Cylinder i l geſteckt anſtatt der Scheibe k, welche man in dieſem Falle herausnehmen muß.

Dieſer allgemeine Auslader wird gebrauchet, entweder über oder durch Körper elektriſche Schläge aus geladenen Flaſchen oder Batterien gehen zu laſſen. Man befeſtige z. B. an jede Kugel h, oder auch nur an die Drähte, welche ſonſt die Kugeln tragen, anſtatt derſelben ein plattes und po-

lirtes Metall, ſo daß die Oberflächen von beyden einander ſo nahe kommen, daß man die Batterie durch ſie entladen könne. Hierauf verbinde man den einen Draht g h mit der äußern Seite der Batterie, den andern aber durch Hülſe des gewöhnlichen Ausladers mit der innern Seite und laſſe den Schlag durchgehen. Dieſer wird auf den Oberflächen der beyden metallenen Stücke, die man auf den Auslader befeſtiget hat, einen ſehr ſchören Fleck verurſachen, um welchen ſich verſchiedene concentriſche Ringe bilden. Will man durch ein Spiel Charten hindurch ſchlagen, ſo ſtelle man dasſelbe aufrecht auf die Scheibe k ſo, daß es auf beyden Seiten die Kugeln h berühre, und laſſe wie vorhin den elektriſchen Schlag hindurch gehen. Man nehme ferner zwey Stückchen gemeines Glas, lege zwiſchen ſelbige ein Goldblättchen, ſo daß es an beyden Seiten ein wenig herausgehet. Preßt man alsdann mittelſt der Preſſe m die beyden Glasblättchen zuſammen, und legt den herausgehenden Theil des Goldblättchens an die beyden Enden der Drahte h an, und läßt nun den Schlag hindurchgehen, ſo verbindet ſich das Goldblättchen mit dem Glaſe ſo innig, daß man es weder abſchaben, noch durch das gewöhnliche Auflöſungsmittel wegbringen kann.

M. ſ. **Cavallo** vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität aus d. Engl. 4. Auflage Leipzig 1797. Th. I. S. 140. 160. 163.

Ausladeelektrometer ſ. **Elektrometer.**

Auslaufungskreiſe ſ. **Schrankenkreiſe.**

Ausſchlagen der Kälte ſ. **Thauwetter.**

Auſtralerde (terra auſtralis, cambria). Iſt eine von den einfachen Erden, welche Herr **Wedgwood** *) in einem ſandähnlichen gemengten Foſſil in Neu-Süd-Wales entdecket hat. Sie kann weder im Waſſer noch in der Schwefel- und Salpeterſäure aufgelöſet werden, aber in der concentrirten Salz-Säure durch Hülfe der Hitze, woraus ſie durch bloßes Waſſer wieder niedergeſchlagen wird. Im

*) philoſop. transact. Vol. LXXX. 1790. S. 306. f. überſetzt in Gren's Journal der Phyſ. B. VI. S. 479. u. f.

Im ſtrengen Feuer iſt ſie für ſich ſchmelzbar. Sie hat keine Verwandſchaft gegen die Kohlenſäure, und iſt in Alkalien auf naſſem Wege unauflösbar.

M. ſ. **Gren**, ſyſtemat. Handbuch der geſammten Chemie I. Band Halle 1794. gr. 8. S. 272. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlog. Chemie. Berlin 1795. gr. 8. S. 259. Ueber die neue Grunderde im Auſtralſande von **J. F. Blumenbach** im gothaiſchen Magazin für das Neueſte aus d. Phyſ. u. Naturg. B. VII. St. 3. S. 56 u. f.

Auſtralien, Polyneſien. Hiermit benennt man die im großen Südmeere oder ſtillen Meere zwiſchen Aſien und Amerika gelegenen häufigen Inſeln, welche von einigen Geographen als der fünfte Welttheil betrachtet werden. Es gehören hierzu Neuholland, Neuguinea, das Land der Papus, Neubritannien, Neuirland, Neuſeeland und mehrere in den heißen und in den ſüdlichen gemäßigten Zonen gelegene Inſeln.

M. ſ. D. R. **Forſters** Bemerkungen über Gegenſtände der phyſiſchen Erdbeſchreibung ꝛc. auf ſeiner Reiſe um die Welt geſammelt, aus d. Engl. durch **G. Forſter**. Berlin 1783. 8.

Auſtralſchein ſ. **Südlicht**.

Austritt (emerſio, emerſion) heißt in der Aſtronomie der Augenblick, worin bey Verfinſterungen ein Geſtirn aus dem Schatten des Himmelskörpers wieder hervorkommt. Bey totalen Verfinſterungen unterſcheidet man den Anfang des Austritts und den gänzlichen Austritt. Jener iſt der Augenblick, wo der verfinſterte Himmelskörper mit dem einen Rande die Seite des Schattenkegels berühret und wieder ſichtbar wird, dieſer aber der Augenblick, wo er mit dem entgegengeſetzten Rande des Himmelskörpers die Seite des Schattenkegels verläßt.

Ausweichung ſ. **Elongation**.

Automate (Automata, machinae quae ſua ſponte moueri videntur, automates) ſind mechaniſche Kunſtwerke, welche durch innere mechaniſche Anordnungen eigene

Bewegungen hervor zu bringen im Stande ſind, ohne da
von außen eine Kraft auf ſie wirke. Dergleichen Avtomate
ſind z. B. die genugſam bekannten Taſchenuhren, welch
durch zuſammengefügte Räderwerke und Federn vielmahl
außer der gewöhnlichen Zeit noch die Tage im Monathe, de
Lauf des Mondes u. d. g. zeigen. Durch Hülfe der wenige
ſo genannten einfachen Maſchinen hat es der menſchliche Gei
in der verſchiedenen Zuſammenfügung derſelben, in Rückſich
der Avtomate, zu einer bewundernswürdigen Höhe gebracht.
Vorzügliche Bewunderung verdienen diejenigen Avtomate,
welche unter der Geſtalt eines Menſchen mancherley freywil
lige Handlungen vorzunehmen ſcheinen. Man nennt dieſ
Androide.

Schon in den älteſten Zeiten iſt der Gedanke rege ge
weſen, durch allerley mechaniſche Künſteleyen thieriſche Be
wegungen in abgebildeten Thieren hervor zu bringen. So
erzählt **Gellius** α), **Archytas von Tarent** habe eine flie
gende Taube von Holz verfertiget, welche durch mechaniſche
Kräfte und einen eingeſchloſſenen Hauch belebt worden ſey.

Im Jahre 1738 verfertigte **Vaucanſon** β) einen Flö
tenſpieler. Er war $5\frac{1}{2}$ pariſ. Fuß hoch, ſitzend, und mit
einem Piedeſtal verſehen, worin die mechaniſche Anordnung
hauptſächlich verborgen war. Dieſer blies auf der Querflöte
mit dem größten Ausdrucke und Befolgung des Taktes ver
ſchiedene muſikaliſche Stücke, indem er in die Flöte nicht an
ders als jeder andere Menſch wirkte. Außerdem verfertigte
er noch einen Trommelſchläger, welcher mit der einen Hand
das Flageolet ſpielte, und mit der andern das Stück auf der
Trommel mit einfachen, doppelten und Wirbelſchlägen beglei
tete; auch eine Ente, welche die Körner mit dem Schnabel
aufnahm, kaute, verſchluckte, und durch den natürlichen
Gang in einer verdauten Körnern ähnlichen Geſtalt wieder
von ſich gab. Dieſe Ente ſchlug mit den Flügeln, richtete
ſich

α) Noctes atticae L. X. c. 12.

β) Le mécaniſme du flûteur automate. Paris 1738. überſ. im Hamb. Magazin B. II. 1. Stück.

ſich auf den Füßen in die Höhe, drehete den Hals u. ſ. w., und der Bau ihres Körpers war der Natur ſo viel möglich nachgeahmet.

Herr **Bernoulli**, in der Beſchreibung des Fürſtenthums Welſch-Neuenburg und Vallengin [α]), hat von den beyden **Jaques Droz**, in der Chaux de Fonds, Vater und Sohn, welche es in der Kunſt, automatiſche Maſchinen zu verfertigen, noch weiter als Vaucanſon gebracht haben, eine kurze Anzeige gethan. Die merkwürdigſten dieſer Automate ſind die Figur eines zweyjährigen Kindes, welches ſitzend an einem Pulte ſeine Feder eintauget, das Ueberflüſſige wegſchüttelt, und Alles, was man ihm in franzöſiſcher Sprache vorſaget, nachſchreibt; ein Mädchen, das den Flügel ſpielet u. d. g.

Der berühmte, in Preßburg verfertigte, Automate, der **Schachſpieler** des Herrn von **Kempelen**, iſt in den neuern Zeiten mit Bewunderung betrachtet worden. In Anſehung der äußeren Einrichtung dieſer Maſchine und ihres Spiels haben der Herr von **Windiſch** [β]) und der Herr Prof. **Hindenburg** [γ]) Beſchreibungen gegeben; die innere Einrichtung aber hält der Künſtler geheim. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſer Automate von einem innern verſteckten Menſchen regieret worden ſey. Der Freyherr von **Raknitz** [δ]) hat im kleinen eine Maſchine angegeben, welche alles das leiſtet, was man an dieſem Schachſpieler bewundert hat.

M. ſ. **Gehlers** phyſikaliſches Wörterbuch Th. I. S. 221 u. f. Th. V. S. 113.

Automatiſche Bewegungen (motus automatici, mouvemens automatiques) nennt man nach **Boerhaave** unwillkürliche Bewegungen verſchiedener Theile im thieriſchen Körper

α) Sammlung kurzer Reiſebeſchreib. erſter überzähliger Band. Berlin 1783. S. 152 u. f.

β) Briefe über den Schachſpieler des Herrn von Kempelen. Baſel 1783. 8.

γ) Ueber den Schachſpieler des H. v. Kempelen. Leipzig 1784. 8.

δ) Ueber den Schachſpieler des H. v. Kempelen und deſſen Nachbildung. Leipzig 1790. 8.

Körper, wie z. B. das Zuſammenziehen und Erweitern der Pupille im Auge, die Abſonderung der Säfte, die Transſpiration, die wurmförmige Bewegung der Gedärme u. ſ. w.

Auzometer, Vergrößerungsmaß (auxometrum, auzométre), ein Inſtrument, womit die Vergrößerung bey den Fernröhren gemeſſen wird.

Vermöge der Theorie der Linſengläſer findet man die Vergrößerungszahl eines Sternrohres, wenn man die Brennweite des Objectivs durch die Brennweite des Okulars dividiret (ſ. **Fernrohr**). Da man aber nicht alle Mahl die Brennweiten der Gläſer in einem Fernrohre genau kennet, und überdem bey zuſammengeſetzten Fernröhren, bey welchen mehrere Augengläſer angeordnet ſind, verſchiedene Rechnungen vorzunehmen hat, ſo iſt man ſchon vor Alters auf den Gedanken gekommen, die Vergrößerung durch Verſuche zu finden. **Wolf** [α]) ſchreibt hierzu folgende Regeln vor: man wende das Fernrohr gegen die Ziegeln eines Daches, und betrachte mit dem einen Auge eine Reihe durch das Fernrohr, und mit dem andern Auge ohne das Fernrohr eben dieſelbe; man wende aber das Fernrohr ſo, daß der Anfang des Bildes durch ſelbiges geſehen mit dem Anfange des Bildes durch das bloße Auge geſehen zuſammenfalle, hierauf zähle man, wie viele Ziegeln mit dem bloßen Auge beobachtet auf einen einzigen Ziegel durch das Fernrohr geſehen gehen; dieſe Anzahl wird die verlangte Vergrößerung ſeyn. Man ſieht wohl, daß dieſe Methode die Vergrößerung zu finden, ſehr unvollkommen ſey.

Adams [β]) hat ein eigenes Inſtrument angegeben, um die Vergrößerung zu meſſen. Die Einrichtung desſelben iſt folgende: Man läßt ſich drey kleine metallene Röhren verfertigen, welche in einander geſchoben werden können, in welchem Zuſtande ſie nicht länger als $1\frac{1}{4}$ Zoll ſind, und im Durchmeſſer 11 Linien haben. Die erſte Röhre (fig. 30) abcd ſteckt in der andern, und beſitzet in einer Entfernung von

α) Elementa matheſeos vniuerſae. Tom. III. elem. dioptricae. §. 399.
β) In Rozier Journal de phyſique. Janv. 1789. p. 65.

von der Augenöffnung eine Glaslinſe e; die zweyte Röhre fghi, welche in der dritten ſteckt, hat am Ende eine durchſichtige Hornſcheibe, auf welcher Parallelſtriche in einer Entfernung von $\frac{1}{100}$ Zoll von einander gemacht worden; die dritte Röhre endlich iſt auf beyden Seiten offen, und dienet vorzüglich nur dazu, die durchſichtige Hornſcheibe gh ſo zu ſtellen, daß ſie das Bild hinter dem Objektivglaſe im Fernrohre deutlich auffangen kann. Auch iſt auf dieſer Röhre ein Zoll in Zehntheile und ein Zehntel in Hunderttheilchen getheilt. Dieſes Inſtrument gebrauchet man nun ſo: Man richtet das Fernrohr nach einem Gegenſtande hin, welchen man durch ſelbiges deutlich ſehen muß; hierauf zieht man die Röhre abcd ſo weit heraus, daß man durch die Linſe e die Parallelſtriche auf der Hornſcheibe gh gegen den Himmel gerichtet deutlich wahrnehmen kann; nun bringt man das ganze Auzometer an die Okularröhre des Fernrohres, und ſchiebt die Röhre klmn ſo lange hin und her, bis man das Bild im Fernrohre durch die Linſe e auf der Hornſcheibe gh deutlich abgebildet erblicket; alsdann zählt man die Parallelſtriche, welche der Durchmeſſer des Bildes einnimmt, miſſet mittelſt eines Zirkels den Durchmeſſer der Oeffnung des Objektivglaſes in Hunderttheilchen des Zolles, und dividirt ſelbigen durch die Anzahl von Hunderttheilchen, welche das Bild des Objektes im Durchmeſſer auf der Hornſcheibe einnimmt, ſo iſt der gefundene Quotiente die Vergrößerungszahl. Vermöge der Theorie verhält ſich nähmlich die Fokuslänge des Objektivglaſes zur Fokuslänge des Okularglaſes, wie der Oeffnungsdurchmeſſer des Objektivs zum Oeffnungsdurchmeſſer des Okulars. Da nun gerade dahin das Bild des Gegenſtandes fällt, wo das Okularglas iſt, ſo hat man auch: die Fokuslänge des Objektivs zur Fokuslänge des Okulars, wie der Oeffnungsdurchmeſſer des Objektivs zum Durchmeſſer des Bildes.

Weil bey dem galileiſchen Fernrohre das Okularglas kein phyſiſches Bild zuwege bringt, ſo kann auch bey dieſem dieß Auzometer nicht gebrauchet werden.

Axe

Axe (axis, axe) heißt überhaupt eine jede gerade Linie, um welche ſich irgend eine Ebene oder auch ein Körper drehen kann.

In der Lehre von den Kugelſchnitten wird derjenige Durchmeſſer der Kugel die Axe genannt, welcher auf allen Ebenen der Kugelſchnitte ſenkrecht ſteht, und folglich durch deren Mittelpunkt hindurch gehet. Dieſe Kugelſchnitte müſſen alsdann mit einander parallel ſeyn, und gegen die Endpunkte der Axe zu immer kleiner werden, wovon bloß derjenige Kreis der größte iſt, der durch der Kugel Mittelpunkt hindurch gehet. Stellt man ſich vor, es ſey irgend ein Durchmeſſer der Kugel unbeweglich, und es drehe ſich die ganze Kugel um ſelbigen, ſo muß auch ein jeder Punkt auf der Oberfläche der Kugel einen Kreis beſchreiben, wozu jener Durchmeſſer als Axe gehöret. So ſcheint ſich täglich der Himmel um eine unbewegliche Linie zu drehen, welche die Weltaxe heißt (ſ. **Weltaxe**); alle Fixſterne beſchreiben in dieſem Falle unter ſich Parallelkreiſe, welche Tagekreiſe genennet werden, und welche daher auch mit dem Aequator parallel ſind. Dieſe tägliche Bewegung der Fixſterne iſt freylich nur ſcheinbar, indem ſich eigentlich die Erdkugel um die Erdaxe binnen 24 Stunden herum drehet, und eben dieſe ſcheinbare Bewegung der Fixſterne verurſachet. Ueberhaupt kann man für einen jeden merkwürdigen Kreis an der Himmelskugel eine Axe annehmen. So hat die Ekliptik eine Axe, ſo wie ebenfalls der Horizont, der Mittagskreis u. ſ. f. ihre eigene Axe haben.

In der Geometrie heißt die Axe einer Walze die gerade Linie, welche durch die Mittelpunkte der Grundfläche derſelben gehet, und die Axe eines Kegels die gerade Linie von der Spitze bis zum Mittelpunkte der Grundfläche gezogen. Die Benennung rührt eigentlich daher, weil eine Walze entſteht, wenn ſich ein Rechteck um eine unbewegliche Seitenlinie, ein Kegel aber, wenn ſich ein rechtwinkliges Dreyeck um einen unbeweglichen Cathetum drehet. Bey den Kegelſchnitten in der höhern Geometrie heißen diejenigen geraden Linien, welche nicht allein die krummen Linien, ſondern auch die von ſelbigen

gen eingeſchloſſenen Flächen in zwey ähnliche und gleiche Hälften theilen. Bey der Ellipſe und bey der Hyperbel insbeſondere finden zwey Axen Statt, nämlich die Hauptaxe und die kleine oder conjugirte Axe; die Parabel aber hat nur eine Axe. Nach **Keplers** Entdeckung ſind die Planetenbahnen lauter Ellipſen, und es iſt nun leicht zu begreifen, was man unter der großen Axe der Planetenbahn zu verſtehen habe. Die große Axe der Ellipſe geht nicht allein durch den Mittelpunkt derſelben, ſondern auch durch beyde Brennpunkte, die kleine hingegen geht ganz allein durch den Mittelpunkt, und ſchneidet die große Axe unter einem rechten Winkel. Drehen ſich alle dieſe Kegelſchnitte um ihre Axen, ſo werden dadurch Körper beſchrieben, welche von den Kegelſchnitten den Nahmen der **Ellipſoide, Paraboloide, Hyperboloide** erhalten.

In der Maſchinenlehre heißen alle diejenigen geraden Linien Axen, welche eine unveränderte Lage behalten, und um welche von wirklichen Körpern Kreiſe beſchrieben werden. So liegt die Axe einer Rolle in der Mitte des Polzens, die Axe eines Mühlrades in der Mitte der Welle, die Axe eines Uhrrades in der Mitte der Spindel, die Axen der Winden, Haspeln, Kurbeln u. d. g. in der Mitte ihrer Wellen u. ſ. f. Ueberhaupt nennt man alle diejenigen Maſchinen, welche um eine unbewegliche gerade Linie Kreiſe beſchreiben, insgeſammt das **Rad an der Axe.**

In der Dioptrik und Katoptrik werden diejenigen geraden Linien, welche durch die Mittelpunkte der Krümmungen der Linſengläſer oder der erhabenen und hohlen Spiegel hindurch gehen, Axen genannt. Bey einem Fernrohre iſt diejenige gerade Linie die Axe desſelben, welche durch die Mittelpunkte aller Gläſer in dem Fernrohre gehet. Endlich heißt die Geſichtsaxe diejenige gerade Linie, welche durch die Mitte der Pupille und durch die Mittelpunkte der Krümmungen der Hornhaut, der Cryſtalllinſe und der übrigen Feuchtigkeiten gehet.

Azimuth (azimuth). Hierunter verſteht man den Winkel (fig. 6.) igh am Zenith des Geſtirnes ſ, welchen der Scheitelkreis gſh des Sternes ſ mit dem Mittagskreiſe eines Ortes macht. Auch nennt man dieſen Winkel den **Azimuthalwinkel.** Die gerade Linie hc, worin die Fläche des Vertikalkreiſes die Ebene des Horizontes ſchneidet, heißt die **Azimuthallinie.** Der Bogen ih des Horizontes iſt alsdann das Maß des Azimuths agh, und man verſteht auch wohl dieſen Bogen, wenn von dem Azimuthe die Rede iſt. Das Azimuth iſt entweder **weſtlich** oder **öſtlich**, nachdem die Grade deſſelben von dem Mittagskreiſe gegen Weſten oder gegen Oſten gezählet werden. Bey dem Durchgange des Sterns durch den Mittagskreis iſt ſein Azimuth = o. Es iſt folglich die Stelle eines Sterns völlig beſtimmt, wenn die Höhe und das Azimuth deſſelben bekannt ſind.

Bey den aſtronomiſchen Quadranten iſt gewöhnlich ein in Graden eingetheilter Horizontal-Kreis, der **Azimuthalkreis**, befindlich. Hiermit wird alſo mittelſt einer einzigen Beobachtung nicht allein des Sternes ſ Höhe, ſondern auch ſein Azimuth gefunden.

In dem ſphäriſchen Dreyecke gſp iſt gſ die Ergänzung der Höhe des Sternes ſ, gp die Aequatorhöhe des Ortes, pſ die Ergänzung der Abweichung, der Winkel ſpg der Stundenwinkel, und der Winkel ſgp der Nebenwinkel des Azimuths ghi. Wenn alſo von den fünf Stücken, Azimuth, Aequatorhöhe, Höhe, Abweichung und Stundenwinkel drey bekannt ſind, ſo laſſen ſich allemahl aus dem ſphäriſchen Dreyecke gſp die übrigen beiden Stücke finden.

M. ſ. **Käſtner** aſtronom. Abhandlungen, erſte Sammlung. Götting. 1772. 3te Abhandl. §. 1 u. f.

Azote ſ. **Stickſtoff.**

B.

Bäche (riuuli, ruiſſeaux) ſind die kleinen Gewäſſer auf unſerer Erde, welche ihren unmittelbaren Urſprung aus den Quellen nehmen, ſich nach und nach vereinigen, und die größten Gewäſſer, die Flüſſe und Ströme verurſachen. Sie machen ſich ihr eigenes Bette, wofern nicht ihr Waſſer zu verſchiedenen Abſichten an beſtimmte Oerter hingeleitet worden iſt. Denn wenn das Waſſer ſich ganz frey überlaſſen wird, ſo ſucht es, vermöge ſeiner Schwere, auf der Erdoberfläche allemahl die niedrigſten Stellen, dieſe mögen nun in einer geraden oder krummen Linie liegen. Daher wird man auch mehrentheils die Betten der Bäche geſchlängelt finden; jedoch kömmt es hierbey auf das Gefälle an, iſt dieſes groß, ſo wird auch das ſich frey überlaſſene Waſſer nach und nach eine größere Geſchwindigkeit erhalten, und manche im Wege liegende Hinderniſſe mit fortreißen, und mehr einen geraden als krummen Weg ſich bahnen. Daher kömmt es, daß größtentheils diejenigen Bäche, welche von ſteilen Anhöhen herabfließen, die geradeſten Aushöhlungen ſich gemacht haben, da hingegen diejenigen Bäche, welche in wenig abhängigen Ebenen hinfließen, oftmahls in außerordentlichen Krümmungen ſich hinſchlängeln.

Bäder, warme (thermae, aquae calidae, eaux thermales) heißen diejenigen Quellen, deren Waſſer viel wärmer, als die ſie umgebende Luft iſt. Sie haben den Nahmen, **warme Bäder**, bloß von ihrem mediciniſchen Gebrauche erhalten, indem ſie wegen ihrer mineraliſchen aufgelöſten Beſtandtheile theils zum Baden, theils aber auch zum Trinken gebrauchet werden. Bey den mehrſten warmen Bädern iſt die Wärme des Waſſers gleichförmig.

Die gewöhnlichſten Beſtandtheile der warmen Bäder ſind Mineralalkali, Glauberſalz, Kochſalz, Kalkerde, Selenit, zuweilen Eiſen. Es gibt auch einige, welche wie Schwefelleber riechen, das Silber ſchwarz machen, und ſchwefelhaltig zu ſeyn ſcheinen. Das Sonderbarſte bey den letztern iſt, daß ſie durch eine darauf entſtehende Haut wirk-

lichen Schwefel abſetzen, man durch die Kunſt aber noch keinen daraus hat erhalten können. Was die Entſtehung dieſer warmen Bäder betrifft, ſo kann darüber nichts mit Gewißheit geſagt werden; alles kömmt bloß darauf an, die Steinarten und Mineralien, worüber das Waſſer wegrieſelt, in den Gegenden zu wiſſen, wo dieſe Quellen zum Vorſchein kommen, um nur ein wahrſcheinliches Urtheil darüber zu fällen. Daß die Wärme dieſer Gewäſſer von einem unterirrdiſchen Feuer oder einem brennenden Berge herrühre, wie die meiſten Naturforſcher glauben, iſt wohl nicht glaublich, vielmehr ſcheinet dieſe Wärme von der Verwitterung der Kieſe und der Einwirkung anderer Mineralien herzurühren.

Anweiſungen die Bäder und überhaupt die mineraliſchen Wäſſer chemiſch zu unterſuchen, findet man bey **Bergmann** [α]) und **Macquer** [β]).

Eine große Anzahl von warmen Bädern beſchreiben **Wallerius** [γ]), **Cartheuſer** [δ]), **Zückert** [ε]), **Remler** [ζ]), **Zwierlein** [η]) und **Hofmann** [θ]). Die berühmteſten ſind das ſo genannte **Carlsbad** und das **aachner** Bad. Das Carlsbad iſt erſt ſeit 1370 durch den Kaiſer Carl IV. berühmt geworden. Die drey vorzüglichſten Quellen ſind 1) **Brudel** oder **Sprudel**, 2) der **Neubrunnen** und

α) De analyſi aquarum in d. Samml. chemiſch. Schriften.

β) Chymiſches Wörterbuch. Artikel Waſſer, mineraliſche.

γ) Hydrologia, eller Watturiket, indelt och beſkrifwit. Stockh. 1748. 8. Hydrologie, überſetzt von Joh. Dan. Denſo. Berlin 1751. 8.

δ) Rudimenta hydrologiae. Frkf. 1760. 8.

ε) Beſchreibung aller Geſundbrunnen in Deutſchland. Königsberg 1777. gr. 8.

ζ) Tabellen über den Gehalt der in neuern Zeiten unterſuchten Mineralquellen nach Claſſen und Gattungen. Erfurth 1790. Querf. Tabellariſche Ueberſicht, welche den Gehalt der Beſtandtheile in einem Pfunde oder 16 Unzen der Mineralwäſſer in alphabetiſcher Ordnung anzeigt, beſonders für Aerzte und Brunnenliebhaber. Leipzig 1793. Fol.

η) Allgemeine Brunnenſchrift für Brunnengäſte, nebſt kurzer Beſchreibung der berühmteſten Bäder und Geſundbrunnen Deutſchlands. Weiſſenf. u. Leipz. 1793. 8.

θ) Taſchenbuch für Aerzte, Phyſiker und Brunnenfreunde. Weimar 1794. 8.

und 3) der **Schloßbrunnen**. Der Sprudel ſpringt nicht weit vom Töpelfluſſe aus verſchiedenen Oeffnungen völlig 6 Fuß über die Oberfläche der Erde hervor, und gibt ſtündlich an die 50 Centner Waſſer. Wenn Sachen, Fleiſch ausgenommen, hineingeleget werden, ſo werden ſie mit einer braunen Steinrinde überzogen. Die Wärme dieſes Waſſers iſt ungefähr nach Reaum. 59 Grade. Der Herr D. **Becher** [α]) hat in ſeinen neueſten Unterſuchungen in 6 Pfund Sprudelwaſſer 20$\frac{1}{2}$ Grän Erde, welche er für Kalkerde hält, 53 Grän Mineralalkali, 26 Grän Kochſalz und 1 Quentchen 33 Grän trockenes nicht kryſtalliſirtes Mittelſalz gefunden. Verſuche haben ihn auch gelehret, daß der Sprudel Eiſentheile enthalte. Der Neubrunnen riecht nach Schwefelleber und hat eine Wärme von ungefähr 48 Grad nach Reaum. Eine genaue Analyſe dieſer drey Quellen hat Herr Profeſſor **Klaproth** [β]) angeſtellt. Nach dieſem enthalten ſie in 100 Cubikzollen Waſſer folgende Beſtandtheile:

	1.	2.	3.
trockenes luftſaures Mineralalkali	39 Grän	38$\frac{1}{2}$ Gr.	37$\frac{1}{2}$ Gr.
trockenes Glauberſalz —	70$\frac{1}{2}$ —	66$\frac{3}{4}$ —	66$\frac{1}{2}$ —
Kochſalz — —	34$\frac{5}{8}$ —	32$\frac{1}{2}$ —	33 —
luftſaure Kalkerde —	12 —	12$\frac{3}{8}$ —	12$\frac{3}{4}$ —
Kieſelerde — —	2$\frac{1}{2}$ —	2$\frac{1}{4}$ —	2$\frac{1}{8}$ —
Eiſenerde, etwa — —	$\frac{1}{8}$ —	$\frac{1}{8}$ —	$\frac{1}{16}$ —
	158$\frac{3}{4}$ Gr.	152$\frac{1}{1}$ Gr.	151$\frac{5}{16}$ Gr.
Luftſäure — —	32 Cubikz.	30 Cubikz.	53 Cubikz.

Herr Klaproth vermuthet, daß dieſe Quellen von den entzündeten Schwefelkieſen ihren Urſprung haben, weil man in der Nähe bey Altſattel ein großes Lager von Schwefelkies, und ſelbſt denſelben in den Gebirgsgeſteinen an der Stelle eingeſprengt findet. Zwar ſcheinen ihm die entzündeten Schwefelkieſe wegen der unveränderten Dauer der Quellen in ſo vielen Jahrhunderten nicht hinreichend zu ſeyn, daher

α) Neue Abhandlungen über das Carlsbad. Leipz. 1789. gr. 8.
β) Chemiſche Unterſuchungen der Mineralquellen zu Carlsbad. Berl. 1790. 8.

her iſt er der Meinung, daß die erhitzende Kraft dieſer Wäſſer vorzüglich von dem Brande eines Steinkohlenflözes herrühre, wovon man an den Erdſchlacken, Porcellanjaspiſſen und andern durchs Feuer veränderten Steinarten unverwerfliche Beweiſe finde. Das Glauberſalz entſteht nach ihm durch die Salzſoole, indem nämlich ein Theil derſelben durch die Schwefelſäure der aufgelöſten Schwefelkieſe zerſetzet werde. Kalkerde und Luftſäure entſtehn aus dem Kalkſteine. Nur das freye Mineralalkali iſt ihm am ſchwerſten zu erklären. Nach ſeiner Meinung könne die anhaltende Wirkung der Wärme und der feuchten Dünſte einen Theil Säure aus dem Kochſalze verflüchtigen, und den alkaliſchen Beſtandtheil zurückſtoßen.

In den Bädern zu **Aachen** iſt der Rückſtand verſchiedener zuſammengeleiteter Waſſer 20 — 24 Gran auf ein Pfund. Dieſer Rückſtand iſt ein Alkali von beſonderer Art, welches in der Hitze verfliegt und keinen Schwefel auflöſet, Kochſalz und Kalkerde. Die Hitze der aachner Waſſer beträgt 32 bis 56 Grad nach Reaum. Ihr Geruch und Geſchmack iſt der Schwefelleber ähnlich, jedoch hat man aber noch keinen Schwefel aus ſelbigen ziehen können, auf dem Waſſer ſelbſt aber ſetzt ſich Schwefel da ab, wo ſich eine Steinrinde angeleget hat.

M. ſ. **Torb. Bergmann** phyſ. Beſchreibung der Erdkugel. 3 Abth. Kap. 1. von Quellen.

Bahn ſ. **Weg.**

Balliſtik (theoria balliſtica ſ. motus projectilium, balliſtique). Die Theorie der Bahnen in die Luft geworfener Körper. Es iſt eine ſehr bekannte Wahrheit, daß die meiſten Körper, die wir kennen, ſich gegen die Erde wieder bewegen, wenn ſie in die Luft geworfen worden, es mag die Richtung, in welcher ſie in die Höhe geworfen ſind, auf den Horizont entweder ſenkrecht oder ſchief ſeyn; denn die Schwere wirket ſtetig und ununterbrochen auf den in die Höhe geworfenen Körper, und verurſachet, daß er nur auf eine gewiſſe Höhe ſteigen kann, von welcher er mit beſchleunigter Bewegung wieder herabfällt. In dem Falle die Richtung des

des Wurfs gegen den Horizont ſchief oder auch ſelbſt mit dem Horizont parallel iſt, beſchreibt der Körper alle Mahl eine krumme Linie, welche in der höhern Geometrie eine **Parabel** genennet wird, (m. ſ. **Wurfbewegung**), und es iſt daher die Balliſtik als ein Theil der höhern Mechanik zu betrachten. **Galileus** [α]) hat zuerſt die Geſetze vorgetragen, woraus die paraboliſchen Bahnen ſchief oder horizontal geworfener Körper natürlich folgen müßten; jedoch iſt hierbey wohl zu merken, daß weiter keine Rückſicht auf den Widerſtand der Luft genommen worden. Sieht man aber auch hierauf, ſo werden die paraboliſchen Bahnen merklich abgeändert, und man nennt das Problem, welches dieſe Aenderung durch die Einwirkung der widerſtehenden Luft zu finden lehret, das **balliſtiſche Problem**. Durch dieſen Widerſtand wird natürlich die Geſchwindigkeit in jedem Augenblicke vermindert. Bey kleinen und dabey ſehr ſchweren Körpern, welche mit geringer Geſchwindigkeit fortgehen, iſt dieſer Widerſtand nur gering; bey ſchnellen Bewegungen hingegen und etwas großen Körpern iſt er ſehr beträchtlich, wie dieß der Fall beym Abfeuern des Geſchützes iſt.

Newton [β]) ſtellte verſchiedene Verſuche über den Widerſtand der Luft bey langſamen Bewegungen an, und ſuchte daraus zu beweiſen, daß ſich der Widerſtand der Luft wie das Quadrat der Geſchwindigkeit verhielt, und daß die Bahnen der abgeſchoſſenen Kugeln mehr der Hyperbel ähnlich würden. Allein Herr **Robins** [γ]) ſetzte dieſer Theorie große Schwierigkeiten entgegen. Aus den Verſuchen, welche er mit Geſchützkugeln anſtellte, ſchien ihm zu folgen, daß Newtons Theorie bey langſamen Bewegungen mit der Erfahrung ziemlich zuſammentreffe; aber deſto mehr davon abweiche, je größer die Geſchwindigkeiten der Bewegungen werden. Aus ſeinen Verſuchen machte er vielmehr den Schluß, daß bey ſolchen ſchnellen Bewegungen, als durch die Gewalt des Schieß-

α) In dialogis de motu.
β) Principia philoſoph. natur. mathemathica L. II. propoſ. 40.
γ) New principles of gunnery Lond. 1741. Neue Grundſätze der Artillerie a. d. Engl. von Leonh. Euler mit Erläuter. Berlin 1745. 8. Kap. II. 2. Satz. 3. Satz.

Schießpulvers den Geſchützkugeln mitgetheilet wird, der Widerſtand der Luft faſt drey Mahl größer ſey, als er nach Newtons Theorie ſeyn müſſe. Dieſer Meinung tritt auch **Euler** bey. Daher ſuchten die Herrn **Robins** und **Euler** dieſe Theorie ſo zu verbeſſern, daß ſie auch bey ſehr ſchnellen Bewegungen mit der Erfahrung übereinſtimme. In einer andern Abhandlung gibt Herr **Euler** α) hiervon noch eine andere, etwas verſchiedene Regel, an, wornach Herr **Henning Friederich, Graf von Gråvenitz** β) zum praktiſchen Gebrauch berechnete Tafeln liefert, und die nöthigen Regeln für die Anwendung in der Ausübung beyfüget. Nach anderen, Herrn Robins åhnlichen, Verſuchen des Herrn **d'Arcy** γ) ſcheint ebenfalls zu folgen, daß Newtons Theorie bey ſchnellen Bewegungen den Widerſtand viel zu klein angebe. Die Verſuche der beyden Herrn **Robins** und **d'Arcy** veranlaßten den Herrn **Lambert** δ) neue Unterſuchungen anzuſtellen, worin er mit Scharfſinn zeiget, daß beyde Newtons Theorie nicht ſo ſchlechterdings entgegen ſind. Auch hat ſich Herr **Lambert** ε) beſonders mit der Auflöſung des balliſtiſchen Problems beſchåftiget. Die vollſtåndigſte Auflöſung dieſes Problems hat der Herr **von Tempelhof** ζ) gegeben, wovon man einen Auszug in **Abel Bürja** η) findet.

M. ſ. **Kåſtner**, höhere Mechanik. Erſt. Abſchn. Cap. 6. **Karſten**, Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Theil IV. Mechanik. Abſchn. V. und XX.

Balſame,

α) Recherches ſur la veritable courbe, que décrivent les corps jettés dans l'air, ou dans un autre fluide quelconque im IX Tome de l'hiſtoire de l'Académie de Berlin S. 321.

β) Abhandlung von der Bahn der Geſchützkugeln. Bützow. 1764. 4.

γ) Eſſai d'une theorie de l'artillerie: Verſuch einer Theorie der Artillerie, überſ. von Lambert. 1766. 8.

δ) Anmerkungen über die Gewalt des Schießpulvers, und den Widerſtand der Luft; in vorig. Ueberſ.

ε) Mémoire ſur la reſiſtence des fluides avec la ſolution du problème baliſtique. in der hiſtoire de l'Acad. de Berlin pour l'an. 1765. To. XXI.

ζ) Le bombardier pruſſien, ou du mouvement des projettiles à Berlin 178 . 8.

η) Grundlehren der mechaniſchen Wiſſenſchaften. Th. IV. Hydraulik. Berlin 1792. gr. 8. S. 235 u. f.

Balſame, natürliche (balſami naturales) ſind die vom ätheriſchen Oele noch flüſſigen Harze. Durch Verdampfung dieſes Oels verwandeln ſich dieſe Balſame in Harze, die aber doch noch immer von dem ätheriſchen Oele einen Geruch behalten. Exempel von natürlichen Balſamen geben der Terpentin, der Balſam von Mekka, der Balſam von Peru u. ſ. f. Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme ſind die Beſtandtheile Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff.

Barometer (barometrum, baroſcopium, baromètre). Ein Werkzeug, wodurch man den jedesmahligen Druck der Atmosphäre auf unſerer Erdfläche beſtimmen kann.

Es war den Alten längſt bekannt, daß das Waſſer in Saugpumpen bis auf eine gewiſſe Höhe gehoben, durch Heber geleitet, und in einem Gefäße, welches ganz verſchloſſen und nur eine einzige kleine Oeffnung hatte, von einem Orte zum andern, ohne daß etwas heraus lieſe, getragen werden konnte. Von dieſen und dergleichen ähnlichen Wirkungen konnten ſie jedoch noch keine wahre Urſache angeben; ſie ſahen nämlich die Luft an, als ob ſie keine Schwere hätte, und erklärten dieſe Erſcheinungen bloß durch eine gewiſſe Abneigung der Natur gegen den leeren Raum. Erſt im 17ten Jahrhunderte fieng man an, dieſe Erſcheinungen einer genauern Unterſuchung zu unterwerfen, und der erſte von dieſen, **Galileus**, fand aus verſchiedenen Verſuchen, daß alle Saugpumpen das Waſſer bis auf eine gleiche Höhe erhoben. Ungeachtet er der Erfinder von den Geſetzen fallender Körper war, ſo verfehlte er doch, vielleicht des damahls herrſchenden Vorurtheils wegen, die wahre Urſache von dieſer Naturbegebenheit. Er war nämlich der Meinung, daß die Natur eine Abneigung gegen den leeren Raum nur bis auf eine gewiſſe Grenze hätte. Sein Schüler und Nachfolger im Lehramte zu Florenz, **Evangeliſta Torricelli**, kam auf den Gedanken, daß vielleicht eben die Urſache, welche das Waſſer in einer Röhre auf die Höhe von 32 Fuß treibe, und auf ſelbiger erhalte, auch das Queckſilber, welches 14 Mahl ſpecifiſch ſchwerer als Waſſer iſt, auf die Höhe von $\frac{32}{14}$ Schuh

= $27\frac{1}{2}$ Zoll treiben und darauf erhalten könne. Da dieſe ſeine Vermuthung mit der Erfahrung völlig zuſammenſtimmte, ſo unternahm er es auch, die Umſtände dieſer Verſuche näher zu unterſuchen, und er konnte aus dieſen keine andere Urſache entwickeln, als den äußern Druck der Luft, welcher mit der Höhe des Waſſers in den Saugpumpen ſo wohl als der Höhe des Queckſilbers in der gläſernen Röhre das Gleichgewicht halte. Dieſer war alſo der Erfinder des ſo genannten Barometers. Nachdem nun Torricelli ſeine Verſuche dem P. **Merſenne** gemeldet, und dieſer dem **Pascal** weiter benachrichtiget hatte, ſo ſtellte letzterer weitere umſtändlichere Verſuche an, welche ihn gar keinen Zweifel übrig ließen, daß der äußere Druck der Luft gegen die Fläche des Queckſilbers in der verſchloſſenen Röhre die wahre Urſache der Erhaltung der Queckſilberſäule ſey.

Schon vor dem Galilei ſcheint **Descartes** *) ſehr richtige Begriffe von der Urſache der Erſcheinungen des Saugens gehabt zu haben. In einem Briefe an den P. Merſenne erkläret er die Erhebung des Waſſers und das Hängenbleiben desſelben im Stechheber aus dem Druck der Luft, ſo wie die Erhaltung des Queckſilbers in einer oben verſchloſſenen Röhre. Es ſind zwar die Data dieſer Briefe ungewiß; allein weil der erſte Brief eine Critik der damahls noch unrichtigen Meinung des Galilei, die er in den dialogis vorträgt, enthält, ſo ſcheint doch ſchon Descartes mit Gewißheit vor Torricelli und Pascal ganz richtig über dieſes Phänomen geurtheilet zu haben.

Da nun entſcheidend dargethan war, daß der Druck der Luft die Erſcheinungen des Saugens und der Erhaltung der Waſſer- oder Queckſilberſäule erkläre, ſo gab die Erfindung des Barometers zuerſt ein Mittel an die Hand, die Abneigung gegen den leeren Raum kräftig zu beſtreiten. Allein Toricelli und Pascal bemerkten gar bald, daß die Höhe des Queckſilbers in der Barometerröhre nicht beſtändig einerley ſey.

*) *Renati Descartes* epiſtolae 1682. Part. II. ep. 91. 94. 96. Part. III. epiſt. 102.

ſey. Dieſes gab ihnen zu vermuthen Anlaß, daß dieſe veränderten Höhen des Barometers mit den Veränderungen der Luftmaſſe in einer genauen Verbindung ſeyn könnten, und daß vielleicht das Barometer ſelbſt geſchickt wäre, die abwechſelnden Veränderungen in der Luft anzugeben. Torricelli wurde jedoch von dieſer weitern Unterſuchung durch einen ſchnellen Tod abgehalten. **Pascal** *) aber meldete ſeine Vermuthungen ſeinem Schwager **Perrier**, Rath zu Clermont in Auvergne, und ſchlug ihm vor, Verſuche darüber anzuſtellen. Dieſe führte auch Perrier im Jahre 1648 auf dem Berge **Pui-de-Dome** aus. Mit Vergnügen nahm er wahr, daß das Queckſilber im Barometer immer mehr von der Höhe herabfiel, je höher er den Berg hinauf ſtieg, und auf dem Gipfel des 500 Toiſen hohen Berges war das Barometer 3 Zoll tiefer gefallen, als unten am Fuße des Berges. Dieſes gab abermahls einen offenbaren Beweis ab, daß der Druck der Luft die alleinige Urſache der Erhaltung der Queckſilberſäule ſey; denn bey dem Hinaufſteigen auf dem Berge wurde die Höhe der Luftſäule immer mehr verkürzt, folglich ihr Druck auch geringer, und daher mußte natürlich das Queckſilber in der Röhre immer tiefer herabfallen. Hiermit wurde nun zugleich die alte Meinung, von der Abneigung der Natur gegen den leeren Raum, gänzlich widerleget.

Von dieſer Zeit an wurde das Barometer allgemeiner bekannt, und man unterſuchte es mit größerer Aufmerkſamkeit. Man fand gar bald, wie auch ſchon Torricelli und Pascal bemerket hatten, daß die Höhe des Barometers an ein und dem nämlichen Orte Veränderungen ausgeſetzet ſey. Daraus ſchloß man, daß ſelbſt in der Luft tägliche Veränderungen vorgehen müßten, und daß man dieſes Inſtrument zur Beſtimmung derſelben gebrauchen könne. Dieſerwegen erhielt es auch den Nahmen eines **Barometers**, indem es den abſoluten Druck der Luft angäbe. Man bemerkte ferner, daß bey der Zunahme der Federkraft der Luft das Barometer ſtieg,

*) Traité de l'équilibre des liqueurs et de la peſenteur de la maſſe de l'air. Paris 1663. 12.

bey geringerer aber fiel. Dieſes veranlaßte zu glauben, daß man mittelſt des Barometers auf die Veränderung der Luft in Anſehung der Witterung ſchließen könne, und eben dieſe Muthmaßung verurſachte, daß das Barometer ſo allgemein bekannt wurde, und eben daher hat es den Nahmen eines **Wetterglaſes** erhalten.

Die allererſte Einrichtung, welche der Erfinder Torricelli dem Barometer gab, ward dieſe: die gläſerne Röhre von ungefähr 3 Fuß Länge (fig. 31.) ab wurde an dem einen Ende a hermetiſch ſigilliret, und durch das andere offene Ende b mit Queckſilber gefüllt. Hierauf hielt man das offene Ende mit dem Finger zu, kehrte die Röhre um, und brachte die Oeffnung in ein mit Queckſilber angefülltes Gefäß d e g f, da ſodann nach der Wegnahme des Fingers das Queckſilber in der Röhre etwas, etwa bis c, herabſank, und in dieſem Punkte ſtehen blieb. Dieſe Einrichtung wird noch bis jetzt die **torricelliſche Röhre**, und der leere Raum c a über dem Queckſilber im Barometer die **torricelliſche Leere** genennet. Obgleich dieſe erſte Geſtalt des Barometers ſo wohl für ſich als auch zum Fortbringen von einem Orte zum andern ſehr unbequem war, und außerdem ſehr viel Queckſilber erforderte, ſo bleibt ſie doch an und für ſich die einfachſte und ſicherſte, und iſt vorzüglich in den neuern Zeiten mit Abänderungen jener Unbequemlichkeiten allen andern vorgezogen worden. Weiter unten ſoll hiervon Nachricht gegeben werden. Der angegebenen vermeinten Beſchwerlichkeiten wegen ſuchte man die erſte Einrichtung des Barometers dahin abzuändern, daß man die Röhre am untern Theile krümmte, ſo daß ſie die Form eines Hebers hatte (fig. 32.), und daher auch ein **heberförmiges Barometer** oder **Heberbarometer** genennet wird. Die Barometerhöhe wurde bey dieſem Barometer von der horizontalen Oberfläche g h des Queckſilbers in dem kurzen Schenkel gerechnet. Wenn nun bey vermindertem Drucke der Atmoſphäre das Queckſilber in dem längern Schenkel von d bis c fällt, ſo muß es in dem kürzern nun eben ſo hoch, wenn die Röhre gleich weit iſt, von g bis f

ſteigen. Da aber die Schwere des in dem kürzern Schenkel in die Höhe ſteigenden Queckſilbers entgegenwirket, ſo kann natürlich das Queckſilber in dem längern Schenkel nicht ſo tief herabſinken, als es vermöge des verminderten Drucks der Atmoſphäre herabſinken müßte. Dieſerwegen wurde dieſe Einrichtung des Barometers bald wieder verachtet.

Man kam auf die erſte Einrichtung wieder zurück, und kittete entweder an der torricelliſchen Röhre das Gefäß mit dem Queckſilber unmittelbar an, wie es die fig. 32. vorſtellet, oder man krümmte die Röhre, und ſchmolz an ſelbiger ein oben offenes gläſernes kugelförmiges Gefäß an, um das bey vermindertem Druck der äußern Luft in der längern Röhre herabfallende Queckſilber, wegen des Steigens in der kleinern Röhre, nicht ſo ſehr zurück zu halten, damit es ſich in dem weitern Raume der Kugel ausbreiten, und dadurch die Höhe in ſelbiger unmerklich vermehren könne. Hierdurch erhielt man den Vortheil, das Barometer an ein Bret zu befeſtigen, und mittelſt einer an ſelbigem angebrachten Skale das Fallen und Steigen des Queckſilbers zu beobachten. Dieſe Einrichtung von Barometern iſt auch noch heut zu Tage die gewöhnlichſte, und zu den Beobachtungen der täglichen Veränderungen hinreichend, zumahl da bey uns der Druck der Luft ſelten eine Veränderung von 2 Zollen in der Barometerhöhe verurſachet. Man nennt dergleichen Barometer **Kapſelbarometer, Gefäßbarometer, Barometer mit Behältniſſen.** Es iſt jedoch leicht einzuſehen, daß beym Herabſinken des Queckſilbers in der langen Röhre deſſen ungeachtet die Höhe in dem kugelförmigen Gefäße vermehret werden müſſe, ſo gering ſie auch an ſich ſeyn mag, wenn nämlich der Durchmeſſer des Querſchnitts der engen Röhre im Verhältniß mit dem Durchſchnitte des kugelförmigen Gefäßes gering iſt. Es bleibet folglich auch dieſe Einrichtung, zumahl bey ſolchen Fällen, wo es auf genaue Verſuche ankömmt, und iſt, wo das Queckſilber in der langen Röhre um ein beträchtliches ſteigt und herabfällt, ſehr mangelhaft und gar nicht zu gebrauchen.

Herr

Herr **de Lüc** [α]), welcher um die Verbeſſerung meteorologiſcher Werkzeuge ſo ausgezeichnete Verdienſte hat, fand aus vielen von ihm angeſtellten Verſuchen, daß das Heberbarometer unter allen die größten Vorzüge habe. Er hatte nämlich gläſerne Röhren, von welchen einige durchgehends nicht von gleicher Weite waren, dieſe bog er ſo, daß bey einigen der weitere Theil oben, bey andern unten ſtand. Hier fand er nun, daß alle diejenigen gekrümmten Röhren, deren oberer Theil weiter als der untere war, höher ſtanden, als bey denjenigen, wo das Gegentheil Statt hatte; daß ferner die Barometer mit Behältniſſen ungleich niedriger als die vorigen ſtanden. Dieſer Unterſchied erſtreckte ſich oft bis auf 2 Linien, welcher verſchwand, wenn man entweder die untere Oberfläche des Queckſilbers durchs Ausgießen desſelben bis zur engen Röhre brachte, oder wenn man ſie durchs Zugießen des Queckſilbers bis zum Halſe der kugelähnlichen Gefäße erhob, da alsdann die Durchmeſſer der Querſchnitte in beyden Röhren beynahe gleich waren. Nur bey den Barometern, deren Durchmeſſer der Querſchnitte gleich groß waren, fand er auch die Höhen gleich. Ohne Zweifel rührt dieſe Verſchiedenheit der ungleichen Höhen von der Adhäſion des Queckſilbers an der innern Wand der Röhren her. Schon hatte **Caſſini** [β]) angeführt, daß **Plantade** auf den Bergen in Rouſſillon und Languedoc das Queckſilber in allen engen Röhren niedriger als in den weiten gefunden habe, welches ihm ſelbſt ſeine eigenen Beobachtungen zu erkennen gaben. Er war aber der Meinung, daß dieſer Unterſchied nur alsdann Statt fände, wenn das Queckſilber in den Röhren nicht gekocht worden war, indem alsdann ſelbiger durch die aus dem Queckſilber in den leeren Raum hinauf geſtiegene Luft verurſachet würde. Allein Herr **de Lüc** hat ihn auch in gekochten Röhren gefunden, und ſchließt daraus, daß man

ſchlechter-

α) Recherches ſur les modifications de l'atmoſphère. Genev. 1772. 4. To. II. Unterſuchungen über die Atmosphäre a. d. Fr. überſetzet. 2 Theile. Leipzig 1776. 8.

β) Mémoir. de l'Academ. roy. des ſcienc. 1733.

ſchlechterdings den beyden Oberflächen des Queckſilbers im Barometer gleiche Durchmeſſer geben müſſe, welches allein in heberförmigen Barometern erhalten werden kann.

Bey den Heberbarometern muß ein jeder Schenkel ſeine eigene Scale haben, oder man zieht in der Mitte der langen Röhre einen horizontalen Strich, über und unter welchem die Zolle und Linien aufgetragen werden. Beym jedesmahligen Stande des Barometers findet man alsdann die Barometerhöhe, welche durch den Druck der äußern Luft bewirket wird, wenn man die Zolle oberhalb und unterhalb der Mittellinie bis zum horizontalen Stande des Queckſilbers in beyden Schenkeln zuſammen addiret.

Solche Vorzüge die Heberbarometer nach Herrn de Lüc vor allen übrigen auch haben mögen, ſo ſind ſie doch zum alltäglichen Gebrauch an einerley Orte ſehr unbequem. Ich muß geſtehen, daß die erſte Erfindung von Torricelli zu jeder Abſicht die einfachſte und bequemſte bleibt. Es kommt hierbey nur darauf an, daß eine Vorrichtung angegeben werden könne, damit das Queckſilber beym Fallen und Steigen desſelben in der Barometerröhre einerley Höhe in dem Gefäße behalte. Schon **Prinz**, ein holländiſcher Künſtler, erfand ein Mittel, die Horizontalfläche des Queckſilbers in dem Gefäße, worin die toricelliſche Röhre ſtehet, gleich hoch zu erhalten. Er ſetzte die Barometerröhre in ein ganz enges hölzernes Gefäß (fig. 35) d e g f, doch ſo daß die Röhre die innere Wand nicht berührte, und füllte ſelbiges voll Queckſilber; dieſes Gefäß hatte bey h und i einen breiten und geraden Boden, in welchem die Vertiefung e d f g eingedrehet war. Ward die Barometerröhre a b in das Queckſilber gehörig gebracht, und es fiel in ſelbiger bis zur Höhe c herab, ſo trat ein Theil Queckſilber k, k auf dem Boden rund um die Röhre herum, welcher aber den Boden nicht ganz anfüllte. Sank auch das Queckſilber im Barometer noch ſo tief herab, ſo wurde der Boden doch niemahls völlig ausgefüllt; folglich konnte das Queckſilber k, k auch niemahls höher oder niedriger werden, weil ſich ſelbiges bloß in einerley Fläche ausbreitete.

breitete. Die Unbequemlichkeit, welche bey dieſer Einrichtung Statt fand, war, dieſes Barometer mit Beſchwer von einem Orte zum andern zu bringen; außerdem erforderte es auch beſtändig einen völlig vertikalen Stand, wenn ſich das Queckſilber auf dem Boden rund um die Röhre befinden und nicht ſeitwärts ausweichen ſollte. Vorzüglich dieſer Urſachen wegen iſt es weiter nicht in Gebrauch gekommen. Erſt Herr de Lüc hat es der Vergeſſenheit entriſſen, und dadurch veranlaſſet, daß einige Neuere ſich dieſer Einrichtung bey ihrer Erfindung bedient haben. Herr **Luz** *) gibt von dieſem Prinziſchen Barometer eine Verbeſſerung an, die er auch als Reiſebarometer zu gebrauchen zeiget. Eine vorzüglich Verbeſſerung des torricelliſchen Barometers, welches nun alles Mögliche leiſtet, und auch als Reiſebarometer zu gebrauchen iſt, findet man an den Barometern, welche die beyden Herrn **Voigt** und **Szeen** hier in Jena verfertigen. Ein vierſeitiges zum Theil hohles, hölzernes, rechtwinkliges Prisma (fig. 36.) k i g h m n iſt auf ein dreyſeitiges ebenes Bret, welches als der Fuß des Barometers zu betrachten iſt, befeſtiget. Die torricelliſche Röhre wird am untern offenen Ende in eine meſſingene Hülſe b d, die eine Mutterſchraube inwendig beſitzet, eingekittet. In der Mitte eines viereckig prismatiſchen Stückes Elfenbein f, das in die Hohlung des rechtwinkligen Prisma k i g h m n bis auf den Boden niedergedruckt werden kann, iſt eine kleine elfenbeinerne Schraubenſpindel f e ſenkrecht errichtet, durch welche die Oeffnung der torricelliſchen Röhre in der Mutterſchraube der untern Hülſe b d ganz verſchloſſen werden kann. Bringt man nun die mit Queckſilber gefüllte und nach eben beſchriebener Vorrichtung verſchloſſene Röhre in die Oeffnung des Prisma bis auf den Boden desſelben, gießt hierauf Queckſilber hinein, und ſchraubt die Barometerröhre von der elfenbeinernen Schraubenſpindel ab, ſo wird das Queckſilber in der Röhre etwa bis c herabſinken.

*) Vollſtändige und auf Erfahrung gegründete Beſchreibung von allen bisher bekannten und einigen neuen Barometern. Nürnb. und Leipz. 1784. gr. 8.

ſinken. Alsdann wird die Barometerröhre an ein Bret, woran eine Skale ſich befindet, befeſtiget. Um nun die Oberfläche des Queckſilbers in dem prismatiſchen Gefäße k i g h m n in gleicher Höhe vom Boden deſſelben zu erhalten, das Barometer mag nach Beſchaffenheit der äußern Luft ſteigen oder fallen, ſo iſt an der Seitenfläche des prismatiſchen Gefäßes, in einiger Höhe über dem Boden, eine kleine Ausgußröhre q angebracht, welche mittelſt eines Federventils o p von außen verſchloſſen werden kann; unter dieſer wird ein leichtes Käſtchen, entweder von Pappe oder Holz, durch ein Paar meſſingblechene Haken ſo angehängt, daß es leicht wieder abgenommen werden kann. In dieſes Käſtchen läuft das im prismatiſchen Gefäße überflüſſige Queckſilber durch das geöffnete Ausgußröhrchen q, wodurch das Niveau berichtiget wird. Geſetzt nun, es fiele das Queckſilber in der Barometerröhre tiefer unter c, ſo würde es nun in dem prismatiſchen Gefäße über das Niveau ſteigen; durch Oeffnung des Röhrchens q, mittelſt des Federventils, wird es aber auf das vorige Niveau wieder zurückgebracht; ſtieg hingegen das Barometer über c, ſo wird nun das Queckſilber im prismatiſchen Gefäße unter das Niveau ſinken; alsdenn wird es wieder durchs Zugießen von Queckſilber und Oeffnen des Ausgußröhrchens q auf voriges Niveau gebracht. Endlich ſind an den drey Spitzen des dreyeckigen Fußes drey Schrauben f angebracht, durch welche das Barometer mittelſt eines am Brete, worauf die Skale ſich befindet, herabhangenden Pendels völlig vertikal geſtellet werden kann. Bey dieſer Einrichtung hat man nun noch die Bequemlichkeit, daß man die Barometerröhre an die elfenbeinerne Spindel wieder anſchrauben, aus dem Gefäße herausnehmen, und auf dieſe Weiſe ohne Schaden von einem Orte zum andern ſchaffen kann.

Was noch die Kapſelbarometer betrifft, ſo hat Herr **Changeux** *) ſelbige noch mit einer kleinen Röhre (fig. 37) d e verſehen; welche von d gegen e hin etwa um eine Linie in

*) Deſcription de nouveaux baromètres à appendice. Journ. de phyſ. Mai 1783.

in die Höhe geht, und bey e aufwärts gebogen und offen iſt. Auf dieſe Weiſe glaubt er, es werde das Queckſilber nicht über d ſteigen, folglich die Horizontalfläche in dem Behältniſſe beym Steigen und Fallen des Queckſilbers in der Barometerröhre ein und die nämliche bleiben. Allein weil die Röhre d e ſchief ſtehen muß, damit das hineingetretene Queckſilber wieder herauslaufen könne, ſo wird in der That das Queckſilber in dem Behältniſſe nun eine Linie höher geſtiegen ſeyn, wenn die Röhre d e ganz voll iſt; folglich wird die Abſicht dadurch nicht erreicht.

Bald nach Erfindung des Barometers verfiel man auf den Gedanken, die Veränderungen des Steigens und Fallens bey einem jeden veränderten Druck der Luft ſo merklich als möglich zu machen. Daher ſind verſchiedene Abänderungen nach dieſer Zeit an dem Barometer gemacht worden, bey welchen man die vermeinten Vortheile zu erhalten gedachte. Allein der Erfolg hat erwieſen, daß das Reiben des Queckſilbers am Glaſe, der Einfluß der Wärme und Kälte, welcher nicht genau in Rechnung gebracht werden kann, und andere Umſtände mehr, alle dieſe ſcheinbaren Vortheile vernichten.

Carteſius war der erſte, welcher auf den Gedanken kam, beym Barometer außer dem Queckſilber noch Waſſer zu gebrauchen, um die Veränderungen des Steigens und Fallens zu vergrößern. Des Carteſius Vorſchlag findet man in einem Briefe von **Chanut** an **Perrier**, dem Schwager des **Pascal**, erwähnet *). Er räth nämlich an, man ſoll an einem gewöhnlichen Barometer oben ein cylindriſches gläſernes Gefäß (fig. 38) anſchmelzen, und darüber noch eine dünne gläſerne Röhre anſetzen, welche oben verſchloſſen iſt; das Barometer aber wie gewöhnlich bis a mit Queckſilber füllen, und darüber Waſſer bis d gießen. Wenn nun das Queckſilber in dem cylindriſchen Gefäße von a bis c ſteiget, ſo muß eben ſo viel Waſſer als der Raum a c Queckſilber faſſet, in der engen Röhre über d hinaufſteigen, und folglich dieſes Steigen wegen der Enge der Röhre ſehr bemerk-

*) Traité de l'équilibre etc. p. *Paſcal* Paris 1663. 12. S. 207.

bemerkbar ſeyn. Man ſetze den Durchmeſſer des Querſchnittes des cylindriſchen, gläſernen Gefäßes $= \Delta$, den Durchmeſſer des Querſchnittes der obern dünnen Röhre $= \delta$, und das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichtes des Queckſilbers zum ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers $= \mu : \nu$. Ferner ſteige beym ſtärkſten Druck der Atmosphäre das Queckſilber von a bis c, das Waſſer von d bis e, beym ſchwächſten Druck hingegen ſtehe das Queckſilber in a, und das Waſſer in d. Man ſetze $ac = \alpha$, $de = x$, $cd = \beta$, und nehme den ſchwächſten Druck der Atmosphäre mit dem Druck einer Queckſilberſäule von p Zoll Höhe gleich. Dieſe Höhe werde bey dem ſtärkſten Druck der Atmosphäre um r größer. Man ſuche das Verhältniß $x : r$. Weil die Räume ac und de gleich groß ſind, ſo hat man nach geometriſchen Gründen

$$\Delta^2 : \delta^2 = de : ac = x : \alpha, \text{ und } \alpha = \frac{x\delta^2}{\Delta^2}$$

Weil ferner flüſſige Materien auf einerley Grundfläche in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe ihrer Grundflächen und Höhen drucken, ſo berechne man, was auf dieſelbe beym ſtärkſten und auch beym ſchwächſten Druck der Atmosphäre druckt. Man findet

1) Beym ſtärkſten Drucke der Atmosphäre, da das Queckſilber in c ſtehet, über a

   a. eine Queckſilberſäule von der Höhe $ac = \alpha$, deren Druck $= \mu\alpha$

   b. eine Waſſerſäule von der Höhe $ce = cd + de = \beta + x$, deren Druck $= \nu\beta + \nu x$

   c. den Druck der Atmosphäre, der mit einer Queckſilberſäule p Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mu p$, folglich

   Summe von 1. $= \mu\alpha + \nu\beta + \nu x + \mu p$.

2) Beym ſchwächſten Drucke der Atmosphäre, wo das Queckſilber in α ſtehet, über a

   a. eine Waſſerſäule von der Höhe $ad = ac + cd = \alpha + \beta$, deren Druck $= \nu\alpha + \nu\beta$

b. Druck der Atmoſphäre, welcher mit der Queckſilberſäule p Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mu p$

Summe von 2. $= \nu\alpha + \nu\beta + \mu p$

Subtrahiret man nun 2 von 1, ſo erhält man den Unterſchied $(\mu - \nu)\alpha + \nu x$. Dieſer Unterſchied muß aber nothwendig dem Produkte der Zunahme r in das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilber bey dem ſtärkſten Drucke der Atmoſphäre gleich ſeyn, weil eben dieſes Produkt den Unterſchied des ſtärkſten und geringſten Druckes der Atmoſphäre angibt. Demnach hat man

$(\mu-\nu)\alpha + \nu x = \mu r$ oder

$(\mu-\nu)\frac{\delta^2}{\Delta^2}. x + \nu x = \mu r$ und

$[(\mu-\nu)\delta^2 + \nu\Delta^2] x = \mu r \Delta^2$, und hieraus folgt

$x : r = \mu\Delta^2 : (\mu-\nu)\delta^2 + \nu\Delta^2$,

folglich wird der Raum der Barometerveränderungen

$\frac{\mu\Delta^2}{(\mu-\nu)\delta^2 + \nu\Delta^2}$ Mahl vergrößert.

Setzt man $\mu : \nu = 14 : 1$, ſo ergibt ſich

$$\frac{\mu\Delta^2}{(\mu-\nu)\delta^2 + \nu\Delta^2} = \frac{14\Delta^2}{13\delta^2 + \Delta^2}.$$

Iſt δ im Verhältniſſe mit Δ ſehr klein, ſo kann dieß höchſtens eine 14fache Vergrößerung bewirken. Dieſer Vorſchlag Carteſens war aber nicht wohl auszuführen, weil erſtlich das Waſſer zum Theil mit dem Queckſilber unter einander kömmt, und zweytens die aus dem Waſſer aufſteigende Luft keinen luftleeren Raum über ſelbigen verſtattet.

Huygens *) hat daher ein anderes Barometer vorgeſchlagen, welches unter dem Namen eines **Doppelbarometers** bekannt iſt. Bey dem verſchiedenen Drucke der Luft fällt und ſteigt nämlich das Queckſilber in einem weiten Gefäße (fig. 39.) ab, welches mit einer unten gebogenen, engen Röhre verbunden iſt, an deren Ende ein eben ſo großes und weites

*) Journal des ſavans. 1672. p. 139. *Muſſchenbroek* indroduct. ad philoſ. natu. §. 2081.

weites Gefäß cd angeſchmolzen worden, worin folglich das Queckſilber eben ſo hoch ſteigt oder fällt, nachdem es in dem Gefäße ab fällt oder ſteigt. Ueber dem Gefäße cd befindet ſich nun noch eine enge, oben offene, Röhre. In dieſe ſoll man nach ſeiner Vorſchrift über das Queckſilber einen Liquor gießen, welcher nicht gefriere und das Queckſilber nicht auflöſe, z. E. Waſſer mit $\frac{1}{8}$ Scheidewaſſer vermiſcht. Wenn nun das Queckſilber in ba fällt, ſo ſteigt es in cd eben ſo hoch, und treibt dadurch den Liquor über λ zu einer beträchtlichen Höhe. Man ſetze den Durchmeſſer des Querſchnittes beider weiten Gefäße $= \Delta$, den Durchmeſſer des Querſchnittes der engen Röhre fd $= \delta$, und das Verhältniß des ſpecifiſchen Gewichtes des Queckſilbers zum ſpecifiſchen Gewichte des Liquors $= \mu : \nu$. Nimmt man nun an, daß bey dem ſchwächſten Drucke der Atmosphäre das Queckſilber in a ſtehe, und dadurch der Liquor bis f hinaufgetrieben werde, bey dem ſtärkſten Drucke der Atmosphäre hingegen ſtehe das Queckſilber in b und der Liquor in e. Man ſetze $ab = \alpha = cd$, $de = \beta$, $ef = x$, und es ſey beym ſtärkſten Drucke der Atmosphäre derſelbe dem Drucke einer Queckſilberſäule von p + r Zoll, beym ſchwächſten aber dem Drucke einer Queckſilberſäule von p Zoll Höhe gleich. Man ſuche das Verhältniß x : r. Da nun der körperliche Raum ef dem körperlichen Raume cd oder ab gleich ſeyn muß, ſo hat man

$$\Delta^2 : \delta^2 = x : \alpha \text{ und } \alpha = \frac{x\delta^2}{\Delta^2}.$$

Ferner findet man das, was über c druckt

1) Beym ſtärkſten Drucke der Atmosphäre
   a. eine Liquorſäule von der Höhe $ce = cd + de = \alpha + \beta$, deren Druck $= \nu\alpha + \nu\beta$.
   b. den Druck der Atmosphäre, welcher mit dem Gewichte einer Queckſilberſäule von p + r Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mu p + \mu r$.
2) Beym ſchwächſten Drucke der Atmosphäre
   a. Queckſilber in der Höhe $cd = \alpha$, deren Druck $= \mu\alpha$

 b.

b. eine Liquorſäule in der Höhe $df = de + ef = \beta + x$, deren Druck $= \nu\beta + \nu x$

c. den Druck der Atmosphäre, welcher mit der Queckſilberſäule von p Zoll das Gleichgewicht hält, $= \mu p$.

Es iſt alſo die Summe von $1. = \nu\alpha + \nu\beta + \mu p + \mu r$

— — — $2. = \mu\alpha + \nu\beta + \nu x + \mu p$

$$\text{Differenz} = \nu\alpha - \mu\alpha + \mu r - \nu x$$
$$= \mu r - (\mu - \nu)\alpha - \nu x$$

Dieſe Differenz muß nothwendig dem Drucke der Queckſilberſäule von der Höhe ab gleich ſeyn, weil eben dieſe den Unterſchied zwiſchen dem ſtärkſten und ſchwächſten Druck der Atmoſphäre anzeiget. Folglich hat man

$\mu\alpha = \mu r - (\mu - \nu)\alpha - \nu x$ und

$(2\mu - \nu)\alpha + \nu x = \mu r$ oder

$(2\mu - \nu)\frac{\delta^2}{\Delta^2}.x + \nu x = \mu r$ und

$[(2\mu - \nu)\delta^2 + \nu\Delta^2]x = \mu r\Delta^2$; dieß gibt

$x : r = \mu\Delta^2 : (2\mu - \nu)\delta^2 + \nu\Delta^2$.

Demnach iſt die Vergrößerung des Steigens und Fallens bey dieſem Barometer

$$= \frac{\mu\Delta^2}{(2\mu - \nu)\delta^2 + \nu\Delta^2} = \frac{14\Delta^2}{27\delta^2 + \Delta^2}$$

wenn das Verhältniß $\mu : \nu = 14 : 1$ iſt. Iſt daher δ gegen Δ klein, ſo kann hier ebenfalls die Vergrößerung nicht über 14 Mahl ſteigen. Dieſes Barometer hat aber ſehr viele Fehler: 1) drückt die äußere Luft nicht unmittelbar auf das Queckſilber, ſondern erſt durch den Liquor; 2) dunſtet der Liquor in der Folge der Zeit aus, nimmt daher an Volumen ab, und kann nicht mehr die beſtimmten Grade zeigen. Wollte man dieſen Fehler durch einen auf den Liquor gegoſſenen Tropfen Oel verbeſſern, ſo wird dadurch die Röhre beſchmuzt. 3) Hat auch die Wärme und Kälte einen zu großen Einfluß auf den Liquor; in der Wärme verlängert ſich die Liquorſäule, und in der Kälte verkürzt ſie ſich. 4) Verurſachet auch das Reiben des Liquors an der Röhre eine gewiſſe Unempfindlichkeit des Barometers.

Huygens ſagt, daß die Vergrößerung des Raumes bey dieſem Barometer durch das Verhältniß $14\Delta^2 : 28\delta^2 + \Delta^2$ beſtimmt werde, er gibt aber keinen Beweis hiervon. Deſaguliers α) hat dieſen Satz wie van Swinden β) bewieſen; auch de la Hire γ) hat dieſen Satz dargethan, jedoch durch dieſe Formel $14\Delta^2 : 27\delta^2 + \Delta^2$, welche auch nach oben gegebenem Beweiſe die richtige iſt. Ohne Zweifel iſt Deſaguliers Beweis durch einen Rechnungs- oder Druckfehler verändert worden δ).

D. Hook ε) ſuchte das huygensſche Doppelbarometer dadurch zu verbeſſern, daß er über den erſten Liquor noch einen zweyten in Anſehung der Farbe von dem erſtern verſchiedenen Liquor aufzugießen anrieth, und an das Ende der Röhre noch ein gläſernes Behältniß von eben der Größe und Weite, wie die beiden erſtern ſind, anſetzte, in welchem die Oberfläche des zweyten Liquors beym Steigen auf- und abſtieg. Die Erfindung von dieſem Barometer eigenen ſich auch de la Hire ζ) und Amontons η) zu. Geſetzt es ſtehe bey dem ſchwächſten Drucke der Atmoſphäre das Queckſilber in a (fig. 40.) und bey dem ſtärkſten Drucke derſelben in b, ſo wird im erſten Falle der erſte Liquor von e bis f und der andere Liquor von f bis h in die Höhe getrieben, da hingegen im andern Falle, der erſte Liquor bis e und der andere Liquor bis g gehet. Nimmt man nun hier die Buchſtaben in eben der Bedeutung wie beym huygensſchen Doppelbarometer, und ſetzt noch außerdem das ſpecifiſche Gewicht des andern Liquors $= \varrho$ und die Höhe $fg = \gamma$, ſo findet man das, was über c druckt

α) Courſe of experim. philoſophy, Vol. II. lect. X. annot. p. 352 ſq.

β) Poſitiones phyſicae Harderw. T. II. 1786. 1787. 8. Tom. II. §. 225. not. *d.*

γ) Mémoir. de l'Académ. roy. des ſcienc. 1708. Amſt. p. 204.

δ) *Pfleiderer* theſium inaugur. pars mathematico-phyſica. theſ. XXXXVII.

ε) Philoſoph. transact. n. 185. Vol. XVI.

ζ) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. an. 1708. S. 157 ff.

η) Remarques et expériences phyſiques ſur la conſtruction d'une nouvelle clepſydre, ſur les baromètres, thermomètres et hygromètres in 12. S. 145.

1) Bey dem ſtärkſten Drucke der Atmosphäre

$$= \nu\alpha + \nu\beta + \varrho x + \varrho\gamma + \mu p + \mu r$$

2) Bey dem ſchwächſten Drucke der Atmosphäre

$$= \mu\alpha + \nu\beta + \nu x + \varrho\gamma + \varrho\alpha + \mu p$$

$$\text{Unterſchied} = (\nu - \mu - \varrho)\alpha + (\varrho - \nu)x + \mu r$$

$$= \mu r - (\mu - \nu + \varrho)\alpha - (\nu - \varrho)x$$

Dieſer Unterſchied iſt $= \mu\alpha$, folglich

$$\mu\alpha = \mu r - (\mu - \nu + \varrho)\alpha - (\nu - \varrho)x \text{ und}$$

$$[2\mu - (\nu - \varrho)]\alpha + (\nu - \varrho)x = \mu r \text{ oder}$$

$$[2\mu - (\nu - \varrho)]\frac{\delta^2}{\Delta^2}\cdot x + (\nu - \varrho)x = \mu r \text{ und}$$

$$[(2\mu - (\nu - \varrho))\delta^2 + (\nu - \varrho)\Delta^2]x = \mu r \Delta^2; \text{ dieß gibt}$$

$$x : r = \mu\Delta^2 : [2\mu - (\nu - \varrho)]\delta^2 + (\nu - \varrho)\Delta^2$$

mithin die Vergrößerung der Barometerveränderungen

$$= \frac{\mu\Delta^2}{[2\mu - (\nu - \varrho)]\delta^2 + (\nu - \varrho)\Delta^2}.$$

Wenn folglich δ in Vergleichung mit Δ ſehr klein iſt, ſo wird die Vergrößerung $\frac{\mu}{\nu - \varrho}$-fach. Wären die ſpecifiſchen Gewichte der beyden Liquoren entweder einander gleich, oder wenig von einander unterſchieden, mithin $\nu = \varrho$, ſo würde nun die Vergrößerung $\frac{\mu}{0} = \infty$, folglich unendlich. Obgleich dieſes Barometer vor dem huygensſchen Vorzüge hat, ſo hat es doch auch ſeine wichtigen Fehler, und iſt folglich nicht mit Vortheil zu gebrauchen.

D. Hook *) erfand auch ſchon im Jahre 1665 das ſo genannte **Radbarometer.** Die Röhre wird unten gekrümmt, und auf der Queckſilberoberfläche (fig. 41.) c ſchwimmt ein eiſernes Gewichtchen, welches an einem über die Rolle d geführten Faden von einem am andern Ende des Fadens hangenden Gewichte e beynahe im Gleichgewichte erhalten wird. Wenn nun die Queckſilberoberfläche c ſteigt und fällt,

*) Micrographia Lond. 1665. fol. *Muſſchenbroek* introduct. ad ph. nat. §. 2089.

fällt, ſo muß auch das darauf ſchwimmende Gewicht ſteigen und fallen; dadurch wird aber die Rolle d gedrehet. An der Axe der Rolle iſt ein Zeiger befeſtiget, welcher mit der Rolle zugleich in Bewegung kommt, und auf dieſe Weiſe das Steigen und Fallen des Queckſilbers auf einem in Grade getheilten Kreiſe angezeiget. Dieſes Barometer iſt vorzüglich wegen des Reibens an verſchiedenen Stellen zu genauen Beobachtungen ganz untauglich.

Unter allen Barometern, welche bey Veränderungen des Drucks der Luft bemerklich große Grade zeigen, iſt dasjenige, welches als eine Erfindung dem Ritter **Samuel Morland** α) zugeſchrieben wird, der meiſten Achtung würdig. Man legt die Erfindung dieſes Barometers auch dem **Ramazzini** β) bey. Es iſt dieſes Barometer (fig. 42.) unter einem ſchiefen Winkel bey e gebogen. Geſetzt alſo, das Queckſilber würde in der torricelliſchen Röhre beym höchſten Druck der Atmoſphäre in c ſtehen, ſo wird es in der ſchiefliegenden Röhre e f bey g ſich befinden; fällt das Queckſilber von c nach d, ſo muß es in der ſchiefen Röhre den beträchtlichen Raum g h herabfallen, und dadurch die Grade bemerklich groß angeben. Obgleich dieſe Erfindung ſehr ſinnreich iſt, ſo verurſachet doch der Druck des Queckſilbers auf der ſchiefen Fläche der Röhre ein zu ſtarkes Reiben, und die Oberflächen des Queckſilbers bey g und h ſind niemahls wagerecht, ſo daß dieſes Barometer unmöglich die wahre Höhe des Barometers andeuten kann.

Im Jahre 1710 legte **Johann Bernoulli** γ) ein Barometer der pariſer Akademie vor, welches unter dem Nahmen des **rechtwinkligen Barometers** bekannt iſt. Schon einige Jahre vorher hatte **Johann Dominikus Caſſini** dieſes Barometer ausgedacht, aber nicht ausgeführet. Es beſtehet dieſes aus zwey engen Röhren (fig. 43.) g d und d e, welche unter einem rechten Winkel an einander gefüget ſind; an die eine Röhre oben bey g kömmt noch ein

α) *Muſſchenbroek* introd. ad philoſ. natur. §. 2078.
β) *Leupold* theatrum aeroſtaticum Cap. III.
γ) *Muſſchenbroek* introduct. ad philoſ. natur. §. 2083.

cylindriſches Gefäß von 2½ Zoll Höhe, in welchem das Queckſilber ſteigt und fällt. Weil die Röhre de eng ſeyn muß, indem ſonſt das Queckſilber in ſelbiger aus einander laufen und gar keine Säule bilden würde, ſo ſieht man, daß beym geringen Steigen und Fallen des Queckſilbers bey c das untere bey b einen beträchtlichen Raum in der engen Röhre de durchlaufen müſſe. Ein großer Fehler an dieſem Barometer iſt dieſer, daß beym Steigen des Queckſilbers in c das Queckſilber in der engen Röhre de nicht recht nachkommen kann, weil es in der horizontalen Lage auf der inneren Wand derb aufliegет, und folglich zu viel Friktion leidet. So kann beym niedrigen Stande des gewöhnlichen Barometers das Queckſilber auf völlige zwey Linien ſteigen, da es in dieſem rechtwinkligen Barometer gar keine Bewegung zu erkennen gibt.

Auch **Amontons** *) war Erfinder eines Barometers, welches größere Grade zeiget, als das gewöhnliche torricelliſche. Es beſtehet dieſes aus einer bloß coniſchen oder kegelförmigen Röhre (fig. 44.) ab, welche in der Spitze a zugeſchmolzen, am andern weitern Ende aber offen iſt; es heißt dieſerwegen auch das **koniſche** oder **kegelförmige Barometer.** Amontons hat es vorzüglich zum Gebrauch auf der See vorgeſchlagen. Weil beym ſenkrechten Stande des Barometers das Queckſilber bloß von der Luft getragen wird, ſo muß die Röhre ſo enge ſeyn, daß es aus der Röhre nicht auslaufen könne. Die eigentliche Länge der Röhre läßt ſich nicht beſtimmen, weil es bloß darauf ankömmt, ob ſie mehr oder weniger koniſch zuläuft. Man füllt in ſelbige etwa 29 Zoll hoch Queckſilber, und kehret ſie alsdann um. Geſetzt nun, es erhalte der Druck der Luft in der torricelliſchen Röhre eine Queckſilberſäule von der Höhe von 28 Zoll, ſo muß es in dieſem koniſchen Barometer ſo tief herabfallen, bis ſie eine Höhe erreicht, mit welcher ſie dem Drucke der Luft das Gleichgewicht halten kann. Würde der Druck der Luft noch geringer, ſo muß auch das Queckſilber in dieſem Barometer

noch

*) a. a. O.

noch weiter herabſinken, bis wiederum eine gewiſſe Höhe deſſelben mit dem Druck der Luft das Gleichgewicht halten kann. Wenn im Gegentheil der Druck der Luft zunimmt, ſo treibt ſie auch bis zum Gleichgewichte das Queckſilber in die Höhe. Dieſes Barometer hat jedoch ebenfalls ſeine Fehler, ſo ſinnreich auch die Erfindung ſelbſt iſt, indem es erſtlich ſchwer iſt, eine ſo große Röhre völlig koniſch zu erhalten, und, nach den oben angegebenen Verſuchen des Herrn **de Lüc**, das Queckſilber in ſolchen Röhren, welche nach oben zu ſpitzig zulaufen, immer niedriger ſtehe, als in den torricelliſchen Barometern. Zuletzt läßt ſich aber auch der Raum ac nicht ganz luftleer machen.

Der Ritter **Landriani** hat nach dem Herrn **v. Magellan** *) ein eigenes Barometer erfunden, das letzterer das **ſtereometriſche Barometer** nennt, weil es aus der ausgefloſſenen Menge von Queckſilber anzeigen ſoll, um wie viel das Barometer von einer beſtimmten Höhe herab gefallen iſt. Es iſt dieſes Barometer das Heberbarometer des Herrn de Lüc, an deſſen kurzen Schenkel eine elfenbeinerne Büchſe gekittet iſt, aus welcher das Queckſilber mittelſt eines, wie bey einer Luftpumpe, doppelt durchbohrten Hahnes in einem Trichter, woran eine engere durchaus gleich weite Röhre, als die Barometerröhre ſelbſt iſt, gekittet worden, abgelaſſen werden kann. Da ſich nun in der engern Röhre, an welche der Trichter gekittet worden, das abgezapfte Queckſilber ſich weiter als in der Barometerröhre ſelbſt ausbreiten kann, ſo erhält man dadurch ein Mittel, noch kleinere Theile, als die Zolle des Barometers ſind, zu beſtimmen. Hierdurch läßt ſich alſo finden, um wie viele Linien und um wie viele Theile derſelben das Barometer von ſeiner höchſten Höhe herabgefallen iſt. Allein da das abgezapfte Queckſilber allemahl wieder in die elfenbeinerne Büchſe gegoſſen werden muß, ſo macht dieſes nicht allein Zeitverluſt bey jeder Beobachtung, ſondern man iſt auch der Gefahr ausgeſetzet, beym Ablaſſen

*) Beſchreibung neuer Barometer, nebſt einer Anweiſung zum Gebrauch derſelben. Leipz. 1782. 8.

und beym Einlaſſen Queckſilber zu verlieren, oder auch mit Luft und Schmutz zu miſchen, und macht dieſes Barometer zum Gebrauche ganz untauglich.

Weil überhaupt auch bey den beſten Barometern die Barometerhöhen bis auf eine Sechszehntel-Linie keine zuverläſſige Richtigkeit verſtatten, ſo bleiben alle dieſe bisher beſchriebenen, oftmahls gekünſtelten, Verbeſſerungen der Barometer, um ihre Veränderungen durch größere Räume zu erkennen, höchſt mangelhaft, weil hierdurch der unvermeidliche Fehler noch mehr vergrößert wird.

Herr **Amontons** *) ſuchte die Unbequemlichkeit der Länge der gewöhnlichen Barometer, als welche doch immer eine Höhe von etwa 2½ Fuß beſitzen, dadurch abzuändern, daß er ein ſo genanntes **abgekürztes Barometer** erfand. Es beſtehet dieſes Barometer aus verſchiedenen mit einander zuſammengefügten Röhren, welche wechſelsweiſe auf und niedergebogen ſind. Die erſte Röhre (fig. 45) a b iſt mit Queckſilber gefüllt, an dieſer befindet ſich die andere b c, in welcher entweder bloß Luft oder eine andere flüſſige Materie enthalten iſt; dieſe iſt wieder mit einer dritten Röhre c d verbunden, welche Queckſilber enthält u. ſ. f. Dadurch bringen zwey Queckſilberſäulen und eine Luftſäule das Queckſilber auf 14 Zoll, vier Queckſilberſäulen und drey Luftſäulen bringen es auf 7 Zoll Höhe u. ſ. f. Die Luftſäulen haben eigentlich nur den Zweck, den von der erſten Queckſilberſäule entſtandenen Druck auf die andere und folgende fortzupflanzen; mithin druckt auf d die Summe aller Queckſilberſäulen von unten herauf. Die Barometerveränderungen bey einem ſolchen verkürzten Barometer werden jedoch deſto geringer, je größer die Anzahl der Queckſilberſäulen iſt. Um nun dieſe Verringerung aufzuheben, gab Amontons dieſem Barometer die Natur eines doppelten Barometers, indem er einen Liquor über die letzte Oberfläche d des Queckſilbers ſetzte, welcher in einer feinen Röhre e f aufſtieg. An jeder obern Krümmung muß noch eine kleine Röhre g ſeyn, durch welche man das

*) Ancienne hiſtoire de l'Académ. des ſcienc. T. II. p. 39.

das Queckſilber in die Röhre bringen kann, und welche nach dem Einfüllen wieder verſchloſſen wird. So ſinnreich auch die Einrichtung des Herrn Amontons iſt, ſelbſt durch die Verbeſſerungen des Herrn **Paſſement** [α]), ſo iſt es doch unmöglich, in der Ausübung dieſem Werkzeuge den erforderlichen Grad der Regelmäßigkeit zu geben, weil vorzüglich das Reiben durch die verſchiedenen Krümmungen ſehr vermehret wird.

Noch gab Herr **Amontons** [β]) ein **Meerbarometer** an, das ſchon von **Halley** [γ]) im Jahre 1700 als eine Erfindung das D. **Hook** beſchrieben iſt. Es iſt dieſes Barometer eigentlich Amontons Luftthermometer. M. ſ. **Thermometer.**

Der Herr von **Mairan** gab noch ein verkürztes Barometer an, welches bloß zum Gebrauch unter der Luftpumpe beſtimmt iſt. Herr **du Fay** [δ]) hat hiervon eine Beſchreibung gegeben. Es hat dieſes Barometer die Geſtalt eines gemeinen Barometers mit einem Behältniſſe, nur daß es ungefähr 3 Zoll lang iſt. Es wird dieſes auf ein Fußgeſtelle befeſtiget, damit es beſtändig in einer vertikalen Stellung erhalten werde.

Wenn ein Barometer die möglichſt größte Vollkommenheit beſitzen ſoll, ſo müſſen auf folgende Umſtände Rückſicht genommen werden. Die Röhre, welche zur Verfertigung eines Barometers angewendet werden ſoll, muß allenthalben gleich weit und vollkommen glatt, nicht rauh, ſeyn; bey dem heberförmigen Barometer muß der kürzere Schenkel mit dem längern vollkommen parallel ſeyn; und eine gleiche Weite mit dieſem beſitzen; der Durchmeſſer des Querſchnittes muß etwa 2 bis 3 Linien betragen; ferner muß das Queckſilber, welches zur Füllung der Röhre gebrauchet wird, im allerreinſten Zuſtande ſeyn, damit es in verſchiedenen Barometern

α) de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Leipz. 1776. Th. I. §. 53. S. 52. Anmerk. z.
β) Mémoir. de l'Acad. des ſcienc. an. 1705.
γ) Philoſoph. Transact. n. 269.
δ) Mémoir. de l'Académ. roy. des ſcienc. 1734. 12. p. 486.

tern einerley ſpecifiſches Gewicht habe. Die Unterſuchung der gleichen Weiten der Röhren nennt man das **Calibriren.** Herr **de Lüc** [α]) bedient ſich hierbey folgender Methode: er nimmt ein Korkſtöpſelchen, von welchem die Röhre genau und gedrängt ausgefüllt wird, ſticht ein Loch der Länge durch, und zieht ſelbiges mittelſt eines Fadens oder Drahtes in die Röhre; hierauf wird auf dieſen Kork etwas Queckſilber etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch gefüllt, und durch den Kork in der Röhre weiter in die Höhe getrieben. Findet man nun die Höhe bey jeder veränderten Lage des Queckſilbers gleich groß, ſo hat die Röhre gleiche Weite. Herr **Luz** [β]) bedient ſich folgender Methode, die Glasröhre zu calibriren: an dem einen Ende verſtopft er ſie mit einem kleinen Korkſtöpſelchen, füllt ein beſtimmtes Maß voll Queckſilber über ſelbiges, und mißt die Höhe in der Röhre genau. Ueber dieſes Queckſilber füllt er abermahls das beſtimmte Maß voll, mißt auch dieſe Höhe in der Röhre. Findet er nun beyde Höhen gleich, ſo hat die Röhre an dieſen Stellen gleiche Weite. Mit dieſem Verfahren fährt er fort, bis die Röhre ganz voll iſt.

In Anſehung der Reinigung des Queckſilbers empfiehlt **Luz** [γ]) folgende von **D. Prieſtley** angegebene Methode. Man füllt eine gläſerne mit einem eingeriebenen Stöpſel verſehene gläſerne Flaſche mit Queckſilber ungefähr bis auf ein Viertel an, alsdann verſtopft man ſie, und ſchüttelt ſie ſehr heftig. Wenn dieß 20 bis 30 Mahl geſchehen, ſo nimmt man den Stöpſel ab, und bläſet mit einem Blaſebalge in die Flaſche, um die Luft zu verändern. Iſt das Queckſilber ſehr unrein, ſo wird die Oberfläche gar bald ſchwarz werden, und ein Theil Queckſilber am obern Theile zuſammentreten, welcher von den übrigen Queckſilber ſehr leicht abgeſondert werden kann. In dieſem Falle filtriret man das Queckſilber durch einen engen papiernen Trichter, in welchem

α) Unterſuchungen über die Atmosphäre Leipz. 1778. Th. II. §. 480. S. 25.

β) Vollſtändige Beſchreibung von allen bisher bekannten Barometern. Nürnb. und Leipz. 1784. 8. S. 130.

γ) a. a. O. §. 96.

chem die Unreinigkeit hängen bleibt. Das abfiltrirte Queckſilber bringt man abermahls in die gläſerne Flaſche, ſchüttelt es wieder um wie vorher, und wiederhohlet überhaupt das Verfahren ſo lange, bis ſich keine ſchwarze Materie mehr abſondert. So bald dieß geſchehen, ſo fängt das Queckſilber beym Schütteln zu raſſeln an. Auch kann das unreine Queckſilber durch vorſichtiges Deſtilliren rein abdeſtilliret werden. Das gereinigte Queckſilber wird alsdann vermittelſt eines gläſernen oder papiernen Trichters in die Barometerröhre gefüllt. Bey gekrümmten Röhren füllt man in den kürzern Schenkel ſo viel Queckſilber, bis die Krümmung zum Theil voll gefüllt iſt. Hierauf hält man den Finger auf die Oeffnung, kehrt die Röhre um, und bringt das Queckſilber durch allmähliges Schütteln bis zum zugeſchmolzenen Ende der Röhre. Ueberhaupt muß man bey Verfertigung des Barometers darauf ſehen, daß die torricelliſche Leere vollkommen rein erhalten werde: denn enthielte ſie noch Luft, ſo würde auch natürlich die Queckſilberſäule kürzer ſeyn, als ſie eigentlich ſeyn ſollte, und die einwirkende Wärme würde das Queckſilber noch mehr herabdrücken. Es iſt alſo ein weſentliches Stück eines guten Barometers, daß die Erhitzung der torricelliſchen Leere das Queckſilber nicht herabſinken mache. Um nun dieſe Leere vollkommen rein zu erhalten, muß das Queckſilber in der Röhre bey Verfertigung des Barometers ausgekochet werden. Zum Geſchäfte des Auskochens nimmt man eine Kohlpfanne etwa 4½ Zoll hoch und eben ſo breit, an welcher ſich an der einen Seite ein Einſchnitt von 1½ Zoll bis 2 Zoll Länge, und gegen ½ Zoll Breite befindet, damit die Barometerröhre hineingeleget werden kann. Den Anfang mit dem Auskochen macht man nicht ganz beym zugeſchmolzenen Ende der Röhre, ſonden etwa 3 bis 4 Zoll davon, indem man ungefähr ein Stück von 6 Zoll Länge nach und nach erwärmet. So bald die Röhre einige Hitze empfunden hat, ſo entſtehen an den Seitenwänden derſelben eine große Menge Luftbläschen, und das Queckſilber erhält dadurch ein aſchgraues Anſehen, kocht jedoch dabey

bey noch nicht. Bey zunehmender Hitze vereinigen ſich dieſe kleinen Luftbläschen in eine große Luftblaſe, welche im Queckſilber hinaufläuft. Hat man nun auf dieſe Weiſe ein Stück von etwa 6 Zoll Länge größtentheils von Luft gereiniget, ſo muß man nun hinten die Röhre um ein beträchtliches höher halten als vorne, ſo daß etwa die Röhre mit dem Horizonte unter einem Winkel von 40 Graden geneigt iſt. Wenn nun das Queckſilber wirklich kocht, ſo trennt ſich das Queckſilber, und wenn dieſe Stelle, wo die Trennung geſchehen iſt, einige Augenblicke der ſtarken Hitze ausgeſetzet wird, ſo wird die Elaſticität der Luft ſo groß, daß ſie die ganze Queckſilberſäule von einigen 20 Zollen auf einige Zolle empor hebet, und alsdann beym Zurückfallen gemeiniglich die Röhre zerſprengt. Wird man daher gewahr, daß die ganze Queckſilberſäule ſich ſtark empor hebet, ſo muß man ſie ja nicht von dem Kohlenfeuer wegnehmen, indem alsdann durch die Erkältung das Queckſilber ſo ſchnell herabfallen würde, daß es durch die Erſchütterung die Glasröhre zerſprengen würde, vielmehr muß man die Röhre fortrücken, damit eine andere Stelle derſelben über das Kohlfeuer komme. Hat man nun ein Stück von etwa 6 Zollen Länge auf dieſe Weiſe ausgekocht, ſo fährt man nach eben beſchriebenem Verfahren fort, die übrigen Stücke der Röhre ebenfalls auszukochen. Die beſten Vortheile beym Auskochen des Queckſilbers erwirbt man ſich durch eigene Handanlegung. Iſt die ganze Queckſilberſäule ausgekochet worden, ſo befindet ſich auf der obern Fläche des Queckſilbers ein bräunlicher Schaum, welcher mittelſt eines kleinen Schwammes, welcher an einem Draht befeſtiget iſt, hinweggenommen wird.

Wenn das Auskochen des Queckſilbers in der Röhre recht gut von Statten gegangen iſt, ſo bleibt es mehrentheils beym Umkehren der Röhre in der Spitze hängen, und ſinkt erſt nach einigem Schütteln bis zur gewöhnlichen Barometerhöhe herab. Dieſes Anhängen des Queckſilbers in der Barometerröhre, welches auch oftmahls bey unausgekochten Barometern Statt findet, iſt ein Phänomen, welches zu man-

cherley Hypotheſen Veranlaſſung gegeben hat. Nach dem Zeugniß des Herrn **von Wolf** [α]) hat es **Huygens** zuerſt bemerket, indem er das Queckſilber in einer Glasröhre von 75 Rheinl. Zollen hängend fand. **Brounker**, **Boyle** und **Wallis** haben Verſuche wiederhohlet, und gefunden, daß das Queckſilber etliche 40, 50 ja 70 engliſche Zolle etliche Tage lang hängend geblieben, und erſt nach einigem Schütteln auf die gewöhnliche Barometerhöhe herabgefallen iſt. **Huygens** erklärte dieſes Phänomen durch den Druck des Aethers, welcher durch das Glas in den obern leeren Raum dringe, und die Queckſilberſäule in der Folge herabdrucke; **Brounker** hingegen war der Meinung, daß ſich nach und nach aus dem Queckſilber eine Luft losmache, in den obern leeren Raum trete, und das Queckſilber herabdrücke. Ohne Zweifel verurſachet die zurückſtoßende Kraft der Wärme, daß das Queckſilber mit dem Glaſe in eine größere Berührung kömmt, welche durch Erkältung desſelben vermindert wird, wodurch nachher das Hängenbleiben nicht wieder hervorgebracht werden kann.

Der Nutzen des Auskochens der Barometerröhren war Anfangs noch ganz unbekannt. Ein deutſcher Glasarbeiter machte das Auskochen dem **du Fay** [β]) bekannt, und gab es als ein Mittel an, das Barometer im Dunkeln leuchtend zu machen. **Caſſini** und **le Monnier** [γ]) machten aber nachher die Entdeckung, daß diejenigen Barometer, welche ausgekocht waren, beſtändig einerley Höhe zeigten, da hingegen diejenigen, bey welchen dieß nicht geſchehen war, auf eine veränderliche Höhe ſtiegen und fielen. Erſt **de Luc** betrachtete das Kochen des Queckſilbers als ein Mittel, die Luft größtentheils aus dem Queckſilber zu bringen, und den übrigen zurückbleibenden Theil ſo gleichförmig darin zu vertheilen, daß keine Unregelmäßigkeit im Steigen und Fallen des Queckſilbers bey verſchiedenen Barometern Statt finden könne. Wenn

α) Nützliche Verſuche. Theil II. Halle 1747. 8. Cap. 3. §. 36.

β) Mémoir. de l'Académ. roy. des ſcienc. 1723.

γ) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. 1740.

Wenn auf vorbeſchriebene Art die Barometerröhre mit ganz reinem Queckſilber angefüllt und mit aller Vorſichtigkeit ausgekochet worden, ſo wird es an ein Bret befeſtiget, worauf nach einem Fußmaße die Zolle und Linien unter dem Nahmen der Barometerſkale genau aufgetragen ſind. Die Barometerſkale kann verſchiedentlich eingerichtet werden. Bey den Gefäßbarometern kann auch eine eigene kleine Skale an der Seite des Gefäßes angebracht werden, um den veränderlichen Stand der Queckſilberfläche zu bemerken, und ihn gehörig mit in Rechnung bringen. Bey dem Heberbarometer iſt ſchon oben eine Einrichtung der Skale angegeben worden; nach de Lüc wird an jedem Schenkel eine eigene Skale angebracht, unten am längern Schenkel wird bey einer horizontalen Linie o geſetzet, und hiervon heraufwärts etwa 22 Zoll, an dem kürzern Schenkel aber von o an unterwärts etwa 7 Zoll gezählet. Die Zolle werden in Linien, und die Linien werden mit rothen Strichen in Viertel getheilet. Um dieſe doppelte Skale zu erſparen, welche jedesmahl zwey Beobachtungen, nämlich eine am längern, und die andere am kürzern erfordert, hat Herr **Luz** *) folgenden Vorſchlag gethan: man ſoll das Heberbarometer am Brete ſo anbringen, daß man es auf- und abſchieben könne; hierauf wird eine Horizontallinie gezogen, o dabey geſetzt, und über ſelbiger am längern Schenkel etwa 29 Zoll aufgetragen; die oberſten 3 bis 4 Zolle werden noch in Linien, und dieſe in Viertel eingetheilet. Bey jedesmahliger Beobachtung ſchiebt man das Barometer ſo, daß die Oberfläche des Queckſilbers genau mit der Horizontallinie, wo o ſteht, zuſammenfällt; da alsdann auf einer einzigen Skale die Barometerhöhe beobachtet werden kann.

Man hat auch vorgeſchlagen, um die Barometerhöhe genau zu erhalten, an der Skale des Barometers ein Vernier oder Nonius anzubringen.

Die Behältniſſe bey den Behältnißbarometern können eine mannigfaltige Einrichtung erhalten; alles kömmt hierbey

*) a. a. O. §. 113.

bey nur drauf an, daß beym Steigen und Fallen des Queckſilbers in der Barometerröhre das Fallen und Steigen im Behältniſſe nicht merklich und wo möglich gar nicht erfolge, wie bey der prinziſchen und der beiden Mechaniker, Herrn Voigt und Szeen, Vorrichtungen. Es müſſen daher die Behältniſſe im Querſchnitte einen Durchmeſſer beſitzen, welcher wenigſtens 10 bis 12 Mahl größer iſt, als der Durchmeſſer des Querſchnittes der Barometerröhre. Verſchiedene Arten von Behältniſſen findet man vorzüglich bey **Luz**, auf welchen ich hier verweiſe.

Wenn man am Barometer richtige Beobachtungen anſtellen will, ſo verſteht es ſich ſchon von ſelbſt, daß das Barometer ganz vertikal aufgehänget werden müſſe, damit die Oberfläche des Queckſilbers horizontal ſey. Vor der Beobachtung ſelbſt muß einige Mahl an die Röhre geſchlagen werden, um durch ein gelindes Schütteln das etwa angehängte Queckſilber frey zu machen. Bey der Beobachtung ſelbſt muß das Auge genau in der Horizontalfläche des Barometers ſeine Lage haben. Zu dem Ende bemerkt es das Bild der Skale, welches ſich in der Barometerröhre zeiget; unter allen Strichen des Bildes aber zeiget ſich nur ein einziger horizontal, und wenn dieſer derjenige iſt, welcher an der Oberfläche des Queckſilbers ſtehet, ſo hat auch das Auge die richtige Lage. Weil jedoch das Queckſilber in der Röhre allemahl convex ſtehet, ſo muß die Barometerhöhe nicht am Rande, ſondern in der Mitte des Queckſilbers beobachtet werden.

Man hat ſogar für diejenigen, welche die Barometerhöhe mit eigenen Augen nicht beobachten wollen, Barometer erfunden, welche den Gang von ſelbſt aufzeichnen. Man nennt ſie **Barometrographen**. Man findet dergleichen beſchrieben von **Luz** [α]) und von **Arthur Macquire** [β]).

Es

[α]) a. a. O. §. 210. 211.

[β]) Deſcription of a ſelf-regiſtering barometer, read May 1791. in den transact. of the Royal Iriſh Academy Vol. IV. Dublin. 4. art. 8.

Es würde zu weitläufig ſeyn, dergleichen hier anzugeben, zumahl da dergleichen Einrichtungen immer unvollkommen bleiben.

Weit wichtiger iſt der Einfluß der Wärme, welcher die Barometer zu allen Zeiten ausgeſetzt ſind. Es iſt nämlich bekannt, daß die Wärme das Queckſilber ausdehnet, die Kälte aber zuſammenziehet. Man ſieht daher leicht ein, daß die Barometerhöhe bey größerer Wärme größer, bey geringerer Wärme aber kleiner ſeyn müſſe, wenn auch der Druck der Luft einerley wäre. Sonſt war man der Meinung, daß bey einfachen Barometern die Wärme gar nicht wirken könne, wenigſtens bey den ausgekochten Barometern nicht. Allein Herr **de Lüc** *) hat durch viele und genaue Verſuche gefunden, daß eine 27 Zoll lange Queckſilberſäule bey der Temperatur des thauenden Eiſes um 6 Linien länger werde, wenn ſie bis zur Hitze des ſiedenden Waſſers erwärmet wird. Eine Säule alſo, welche bey der Temperatur des thauenden Eiſes nur halb ſo lang wäre, würde nur um 3 Linien länger, wenn ſie bis zur Hitze des ſiedenden Waſſers erwärmet würde. Ueberhaupt läßt ſich ohne merklichen Fehler annehmen, daß das Verhältniß der veränderten Länge zweyer Queckſilberſäulen bey gleicher veränderter Wärme dem Verhältniſſe ihrer Längen gleich ſey. Geſetzt der Druck der Luft wäre ſo groß, daß das Barometer bey 0 Grad Wärme auf 27 Zoll ſtände, ſo würde bey eben dem Drucke der Luft und 12 Grad Wärme nach Reaumur die Barometerhöhe 27 Zoll $+ \frac{12}{80} . 6$ Linien betragen, und überhaupt bey n Graden 27 Zoll $+ \frac{n}{80} . 6$ Linien. Wäre nun die Barometerhöhe bey einer Wärme von 12 Graden über dem Gefrierpunkte 28 Zoll, ſo ſuche man zuerſt, wie hoch es bey 12 Grad Wärme ſtehen müßte, wenn es bey 0 Grad Wärme auf 27 Zoll hoch ſtehet; dieſe Höhe wird $(27 + \frac{12}{80} . \frac{1}{2})$ Zoll betragen, und man kann alsdann nach der Regel Detri anſetzen:

(27

*) Unterſuchungen über die Atmosphäre §. 355 u. f.

$(27 + \frac{12}{80} . \frac{1}{2})$ Zoll : 28 Zoll = $\frac{12}{80}$. 6 Linien : geſuchten Zahl
welche von der Barometerhöhe 28 Zoll ſubtrahiret werden muß: dieſe Verminderung beträgt alſo

$$\frac{28}{(27 + \frac{12}{80} . \frac{1}{2}) \text{ Zoll}} . \frac{12}{80} . 6 \text{ Linien.}$$

Es bedeute alſo überhaupt die Barometerhöhe = a, und die Zahl der Grade der Wärme nach Reaum. = n, ſo hat man für die geſuchte Größe den allgemeinen Ausdruck

$$\frac{a}{(27 + \frac{n}{80} . \frac{1}{2}) \text{ Zoll}} . \frac{n}{80} . 6 \text{ Linien.}$$

Weil aber n nicht leicht mehr als 20 betragen wird, ſo iſt dieſer Ausdruck gewöhnlich beynahe

$$\frac{a}{27 \text{ Zoll}} . \frac{n}{80} . 6 \text{ Linien.}$$

Herr de Lúc theilet ohne ſonderlichen Nutzen den Abſtand des Sied- und Froſtpunktes auf dem Thermometer in 96 Grade ein. Wenn man alſo jene Correktion nach de Lúc's Skale einrichten will, ſo muß alsdann die Zahl 96 ſtatt 80 geſetzet werden, und es würde alsdann die Verbeſſerung ſeyn =

$$\frac{a}{27 \text{ Zoll}} . \frac{n}{96} . 6 \text{ Linien} = \frac{a}{27} . n . \frac{1}{16} \text{ Linien}$$
$$= \frac{na}{5184} \text{ Linien.}$$

Dieſe Correktion muß man von der Barometerhöhe ſubtrahiren, wenn dieſes Thermometer n Grade über ſeinem o, (welches + 10° Reaum. correſpondirt) im Gegentheil aber addiren, wenn es n Grade unter o zeigt. Man kann alſo überhaupt den verbeſſerten Barometerſtand allgemein nach de Lúc ausdrucken durch

$$\left(a \mp \frac{na}{5184}\right) \text{ Lin.} = a \left(1 \mp \frac{n}{5184}\right) \text{ Linien.}$$

Nach **Shukburgh** [α]) dehnt ſich das Queckſilber von dem Froſtpunkte bis zum Siedpunkte auf 5,91 Linien aus, welche Angabe von der des **de Lüc** nicht viel abweicht. **Roy** [β]) hat durch genaue Verſuche gefunden, daß eine 27 Zoll lange Queckſilberſäule von dem Froſtpunkte bis zum Siedpunkte um 0,5117 engliſche Zoll oder um 5,7617 Linien par. M. ausdehne. **Roſenthal** [γ]) gibt die Ausdehnung der Queckſilberſäule auf 5,56 und **Luz** [δ]) 5,64, und **Herbert** 5,08 par. Linien an.

Man nehme überhaupt an, die Barometerſäule, welche bey o Grad Wärme auf der Höhe a ſtehet, und dehne ſich bis zum Siedpunkte um die Höhe m aus. Das Thermometer, welches man zur Berichtigung der Barometerhöhe gebrauchet, beſitze zwiſchen dem Froſt- und Siedpunkte h Grade, und zeige bey der Beobachtung des Barometers g Grade über dem Gefrierpunkte; endlich ſey die Temperatur, auf welche man alle Barometerbeobachtungen reduciren will, = n Grad über dem Froſtpunkte, und die beobachtete Barometerhöhe = b, ſo wird die Correktion nach dem vorhergehenden =

$$\frac{b}{a+\frac{gm}{h}} \cdot \frac{gm}{h} = \frac{bgm}{ah+gm} \text{ gefunden.}$$

Da aber alle Barometerbeobachtungen auf n Grade über dem Froſtpunkte reduciret werden ſollen, ſo muß man ſtatt g die Differenz g — n ſetzen, und man hat die Correktion =

$$\frac{bm\,(g-n)}{ah+gm}.$$

Es

α) Philoſoph. transact. Vol. LXVII. n. 29.

β) Philoſoph. transact. Vol. LXVII. n. 34.

γ) Beyträge zur Verfertigung, Kenntniß und Gebrauch meteorologiſcher Werkzeuge. Gotha 1782. B. I. 1784. B. II. 8.

δ) Beſchreibung von Barometern. §. 77.

Es iſt folglich die verbeſſerte Barometerhöhe =

$$b - \frac{bm\,(g-n)}{ah+gm} = \frac{bah+bgm-bgm+bmn}{ah+gm}$$

$$= \frac{bah+bmn}{ah+gm} = \frac{ah+mn}{ah+gm}.\,b$$

$$= b\left(1+\frac{(n-g)\,m}{ah+gm}\right).$$

Weil gm gegen ah immer kleiner iſt, ſo kann man ohne beträchtlichen Fehler in der Ausübung dafür ſetzen

$$b\left(1+\frac{(n-g)\,m}{ah}\right).$$

Nimmt man mit de Lüc m = 6 Linien, a = 27 Zoll = 324 Linien, und nach ſeiner Thermometerſkale h = 96, n = 12 und g = f + 12, ſo ergibt ſich

$$b\left(1-\frac{f.\,6}{324.96}\right) = b\left(1-\frac{f}{54.96}\right)$$

wie angegeben iſt.

Stellt man die Beobachtungen mit dem reaumüriſchen Thermometer an, ſo iſt h = 80. Wäre nun n = 0, g = 8, ſo iſt die berichtigte Barometerhöhe

$$= b\left(1-\frac{8.6}{324.80}\right) = b\left(1-\frac{1}{54.10}\right)$$

$$= b\left(1-\frac{1}{540}\right)$$

Iſt alſo die beobachtete Barometerhöhe = 28 Grad, ſo wird die berichtigte

$$= 336\left(1-\frac{1}{540}\right) = \frac{336.539}{540} = 335{,}38 \text{ Linien.}$$

Würde man aber die Beobachtungen mit dem fahrenheitiſchen Thermometer anſtellen, ſo ſey der Grad desſelben bey der Beobachtung des Barometers = f, und der, worauf die Beobachtung reduciret werden ſoll, = k, ſo iſt nun h = 180, g = f − 32 und n = k − 32, mithin die berichtigte Barometerhöhe =

$$b\left(1+\frac{k-f}{9720}\right):$$

es wäre alſo hier die Correktion wegen der Wärme $\frac{k-f}{9720}.b$, welche zu der beobachteten Barometerhöhe addiret, wenn $k-f$ poſitiv, im Gegentheil ſubtrahiret werden muß, wenn $k-f$ negativ iſt.

Um dieſe Rechnung bey jedesmahliger Beobachtung zu erſparen, hat Hr. **Schlögl** *), Canonicus in München, eigene Reduktionstabellen berechnet, woraus man bey jedesmahliger Beobachtung am Barometer und Thermometer ſogleich die berichtigte Barometerhöhe nehmen kann. Bey dieſen Tafeln, welche eigentlich zum Gebrauch der meteorologiſchen Geſellſchaft zu Mannheim beſtimmt ſind, iſt das reaumüriſche Thermometer zum Grunde geleget worden.

Wenn man von den oben angegebenen Beſtimmungen, wie weit ſich nämlich das Queckſilber vom Eispunkte bis zum Siedpunkte ausdehnet, das arithmetiſche Mittel nimmt, ſo findet man die Zahl $5,5=5\frac{1}{2}$ Linie. Auch dieſes nimmt Hr. **Schlögl** an, und hat hiernach die Berechnung ſeiner Tafeln ſo angeſtellt, daß er bey jeder Veränderung Wärme von 1 Grad zeigt, um wie viel ſich eine jede andere Queckſilberſäule von b Zoll Länge ausdehne. Nähme man den Gefrierpunkt zur Reduktionstemperatur an, ſo hat man in voriger angegebener Formel $a=27$ Zoll $=324$ Linien, $h=80$, $m=5\frac{1}{2}$, $n=0$, mithin $\frac{m}{a}=\frac{5.5}{324}=\frac{11}{648}$, und folglich die berichtigte Barometerhöhe

$$=b\left(1-\frac{11.g}{648.80}\right),$$ wo der Bruch

$\frac{11}{648.80}$ ohne merklichen Fehler $=\frac{1}{4713}$ geſetzet werden kann.

Wenn

*) Tabulae pro reductione quorumuis ſtatuum barometri ad normalem quendam caloris gradum publico vſui datae a P. *Guarino Schlögl*. Monach. et Ingolſt. 1787. 4.

Wenn g einen Wärmegrad über dem Geſrierpunkte anzeigt, ſo muß die Correktion von der beobachteten Barometerhöhe abgezogen, im entgegen geſetzten Falle aber dazu addiret werden. Die ſchlöglſchen Tafeln geben die Correktion für jeden reaumürischen Grad und für jede Barometerhöhe von 20 bis 29 Zoll an.

Statt der etwas unbequemen Zahl 4713 im Nenner nimmt Herr **Gerſtner** *) die Zahl 4800 an; mithin wäre alsdann $\frac{1}{4800} = \frac{1}{60.80} = \frac{5,4}{324.80}$, d. h. er nimmt an, die Queckſilberſäule dehne ſich vom Froſtpunkte bis zum Siedpunkte um 5,4 Linien aus. Bey den gewöhnlichen Barometerhöhen macht dieß gar keinen beträchtlichen Fehler aus. Vermöge dieſer Annahme hat man alsdann die berichtigte Barometerhöhe =

$$b\left(1 - \frac{g}{4800}\right)$$

und die Correktion $= \frac{gb}{4800} = \frac{1}{12} b . \frac{g}{400}$. Da nun $\frac{1}{12}$ b nichts weiter iſt, als die Barometerhöhe in Zollen ausgedrucket, ſo gibt dieß Folgende ſehr leichte Regel:

Die Correktion der beobachteten Barometerhöhe findet man, wenn man die Barometerhöhe b in Zollen mit dem beobachteten Thermometergrade nach Reaumur multiplicirt, und dieſes Produkt durch 400 dividiret.

Z. B. das Barometer zeige 28 Zoll, das Thermometer nach Reaumur 8, ſo iſt die Correktion $\frac{28 . 8}{400} = 0{,}5^1$, und der berichtigte Barometerſtand $= 336 - 0{,}5^1 = 335{,}49$ Linien.

Wollte man auch eine andere Temperatur annehmen, auf welche die Beobachtungen reduciret werden ſollten, z. B. auf

*) Beobachtungen über den Gebrauch des Barometers bey Höhenmeſſungen in den Beob. auf Reiſen nach dem Rieſengebirge, von Jiraſek, Haenke, Gruber und Gerſtner. Dresden 1791. 4. S. 279.

12 Grad nach Reaum., ſo hat man nur nöthig, die Zahl der Thermometergrade über oder unter 12 für g zu ſetzen. Im vorigen Beyſpiele wäre die Anzahl der Grade unter $12 = 4$, und folglich die Correktion $= \frac{28 \cdot 4}{400} = 0{,}28$ Linien, welche nun zu 28 Zoll addiret werden müßte.

Ueberhaupt kann dieſe Regel bey allen übrigen Thermometerſkalen angewendet werden. Bey dem fahrenheitiſchen Thermometer war die Correktion =

$$\frac{k - f}{54 \cdot h} \cdot b$$

welche ſich nach Herrn **Gerſtner**, bey ſeinem angenommenen Ausdehnungsverhältniſſe, in

$$\frac{k - f}{60 \cdot h} \cdot b$$

und, wenn b in Zollen ausgedruckt wird, in

$$\frac{k - f}{5 \cdot h} \cdot b \text{ verwandelt.}$$

Nach Fahrenheits Thermometer hat man nun $h = 180$, mithin $5h = 900$; man braucht alſo hier nur ſtatt 400 mit 900 zu dividiren, um die Correktion zu erhalten. So betragen z. B. 8 Grad nach Reaum. ſo viel als 18 Grad nach Fahrenheit; iſt alſo $k = 0$, ſo iſt die Correktion $= \frac{28 \cdot 18}{900} = 0{,}56$ ſehr wenig von dem vorigen verſchieden.

Soll eine ſolche Berichtigung des Barometers wegen des Einfluſſes der Wärme ſo viel als möglich genau geſchehen, ſo muß das Thermometer, welches zu den Beobachtungen gebrauchet werden ſoll, ſelbſt an dem Brete des Barometers ſich befinden, damit beyde unter völlig gleichen Umſtänden ſind, und einerley Temperatur erhalten.

Die Herren **de la Grange** [α]), **Roſenthal** [β]) und **Lamanon** [γ]) haben jedoch auch Vorſchläge gethan, die Berichtigung der beobachteten Barometerhöhe wegen des Einfluſſes der Wärme, auch ohne Thermometer zu machen; hierzu iſt aber ein heberförmiges Barometer nöthig, deſſen Schenkel genau gleich weit ſind; auch wird zugleich erfordert, daß kein Queckſilber verloren gehe, welches aber in der Ausübung ſchwer zu erhalten möglich iſt.

Nachdem die Erfindung der Barometer allgemein bekannt wurde, und viele von dieſem wichtigen Werkzeuge ſchätzbaren Gebrauch machten, die mehrſten aber bloß aus Neugierde und zur Beobachtung der veränderlichen Witterung daſſelbe ſich anſchaften, ſo konnte es nicht fehlen, daß man auf den Gedanken kam, mittelſt dieſes Inſtrumentes auch auf Reiſen Beobachtungen anzuſtellen. Es entſtanden daher ſo genannte **Reiſebarometer**, wovon ſchon **Leupold** [δ]) verſchiedene Arten angegeben hat. Da man aber auch ferner darauf dachte, die Höhen der Oerter aus dem Barometerſtande zu beſtimmen, ſo mußte man nothwendig auf die Verbeſſerung der Reiſebarometer, theils des bequemen Fortbringens wegen, theils aber auch ſo viel als möglich genaue Reſultate daraus zu erhalten, ſein vorzüglichſtes Augenmerk richten. Der erſte, welcher hierin auf einen gewiſſen Grad der Vollkommenheit gekommen iſt, iſt Herr **de Lüc** [ε]). Er erfand ein Reiſebarometer, das er zwölf Jahre gebrauchet hat, ohne nur irgend einen Fehler daran zu bemerken. Es würde hier zu weitläuftig ſeyn, dieſes Reiſebarometer vollſtändig zu beſchreiben; es werden daher bloß die weſentlichen Theile deſſelben angegeben werden. Es iſt dieſes Barometer ein Heberbarometer, deſſen kurzer Schenkel mit dem längern Schenkel durch einen Hahn ver-

α) Miſcellan. Taurinenſia 1759. T. I. S. 15 u. f.

β) Anleitung das de Lüc'ſche Barometer zu einem höhern Grade der Vollkommenheit zu bringen. Gotha 1779. 8.

γ) Journal de phyſique. Ianv. 1782.

δ) Theatr. aëroſtatic. Tab. IV. fig. 3. 4. 5. Tab. VIII. fig. 2.

ε) Unterſuchungen über die Atmosphäre, Th. II. §. 463 u. f.

bunden iſt, welcher verſchloſſen und geöffnet werden kann. Dieſer Hahn iſt von Elfenbein, oder nach Luz von Pockholz, und der Schlüſſel derſelben von reinem guten Korkholze. Die Mitte des Hahnes iſt würfelförmig, an beiden Enden aber rund gedrehet. Der Länge nach wird durch ſelbigen ein Loch gebohret, welches mit der Barometerröhre eine gleiche Weite hat, aber auch der Quere durch die würfelförmige Mitte wird mittelſt eines Löffelbohrers ein Loch durchgebohret, in welches eben der Schlüſſel von Kork kömmt. Durch dieſen koniſchen Schlüſſel von Kork wird ebenfalls ein Loch gebohret, damit die beiden Schenkel der Barometerröhre eine Gemeinſchaft haben können. In das Loch dieſes Schlüſſels wird ein Federkiel ſo eingezwängt, daß es ſich nicht verrucken kann. Uebrigens wird der Hahn zur Hälfte in das Bret des Barometers eingelaſſen, durch vier Schrauben daran befeſtiget, und bekömmt einen elfenbeinern Handgriff. In dieſen Hahn wird nun der längere Schenkel der Barometerröhre unten eingeleimt und verkittet, der kürzere Schenkel aber oben nur aufgeſtecket, damit man ihn zu Zeiten herausnehmen und reinigen könne. Außerdem iſt noch der längere Schenkel der Röhre an das Bret gehörig befeſtiget. Auch ſind die beiden Skalen nebſt einem Thermometer am Brete angebracht. Um nun dieß Barometer mit ſich führen zu können, ſo neigt man es unter einem Winkel von etliche 40 Graden, wodurch der längere Schenkel mit Queckſilber völlig angefüllet wird. Alsdann verſchließt man den Hahn durch den Schlüſſel von Kork, und man kann ohne Gefahr das Barometer in eine Lage bringen in welche man will. Herr **de Lüc** verſchließt es in ein beſonders dazu eingerichtetes Käſtchen, deſſen hintere Wand zugleich das Bret des Barometers iſt, worauf die Skalen ſich befinden. Noch hängt an der Wand ein kleines ſchweres Pendel herab, um das Barometer an einem jeden Orte ſenkrecht zu ſtellen. Iſt man im Begriffe mit dieſem Barometer eine Beobachtung anzuſtellen, ſo öffnet man den Hahn, damit das Queckſilber herabſinke, ſtellt es mittelſt

des

des Pendels vertikal, macht den kürzern Schenkel durch einen Wiſcher rein, und ſchüttet durch einen papiernen Trichter in ſelbigen noch etwas Queckſilber. Vorher wird jedoch das Barometer an ein eigenes dazu eingerichtetes Stativ angeſchraubet. Bey ſtarkem Sonnenſcheine wird es beſonders noch durch einen Schirm geſchützt, damit das Bret nicht ungleich erwärmet werde. Ehe man die Beobachtung ſelbſt anſtellet, muß das Bret die gehörige Temperatur erhalten haben. Weil auf der Reiſe ſelbſt die veränderte Wärme auf das in der Röhre verſchloſſene Queckſilber wirket, indem es nämlich bey größerer Wärme ausgedehnet, bey geringerer aber zuſammengezogen wird, ſo muß man von Zeit zu Zeit den Hahn ein klein wenig lüften, aber ſogleich wieder verſchließen. Um die doppelte Skale nicht nöthig zu haben, macht Luz die Einrichtung ſo, daß das Bret doppelt iſt, wovon der obere Theil die Form eines Schiebers hat, worauf eine Horizontallinie verzeichnet iſt, welche bey jeder Beobachtung in die Oberfläche des Queckſilbers im kurzen Schenkel geſchoben wird.

Nach de Lüc haben ſich mehrere damit beſchäftiget, verſchiedene Einrichtungen von Reiſebarometern anzugeben, wovon aber die mehreſten dem Gebrauche nicht entſprechen. Dergleichen findet man beſchrieben von **Magellan** [α]), **Roſenthal** [β]), **Changeux** [γ]), **Hurter** [δ]) und eine Verbeſſerung des hurterſchen von **Haas** [ε]), und von **Gilbert Auſtin** [ζ]). Es würde zu weitläuftig ſeyn, alle dieſe Reiſebarometer hier zu beſchreiben, zumahl da die Beſchreibung ohne Figuren ganz unverſtändlich ſeyn würde.

Auch

α) Beſchreibung neuer Barometer u. ſ. Leipz. 1782. 8.

β) Beyträge zur Verfertig. meteorolog. Werkzeuge.

γ) Deſcription de nouveaux baromètres à appendice Journ. de phyſique Mai 1783.

δ) Journal de phyſique Nov. 1786. Lichtenbergs Magazin für das Neueſte aus der Phyſ. u. Naturg. B. V. St. 4. S. 84 u. ſ.

ε) Grens Journal der Phyſik B. VII. S. 238. u. ſ.

ζ) Deſcription of a portable barometer, read Dec. 4. 1790. in d. transact. of the Royal Iriſh Academ. Vol. IV. Dublin. 4.

Auch hat Herr **Luz** *) ein Paar Kapſelbarometer beſchrieben, welche nach der etwas veränderten prinziſchen Angabe eingerichtet ſind, und als Reiſebarometer gebrauchet werden können.

Der Herr Mechanikus **Voigt** in Jena hat mir eine Einrichtung eines ſehr einfachen Reiſebarometers mitgetheilet, welches auf prinziſchen Gründen beruhet, wovon ich hier nur das Weſentlichſte mittheilen will: (fig. 46.) h i k l m n iſt das Barometergefäß von Eiſen, Stahl oder Elfenbein, und hat eine der Weite der Barometerröhre proportionirte Dicke; p m iſt der helle Raum, in welchen das Queckſilber tritt, und p q die prinziſche ebene Fläche, welche vollkommen plan gearbeitet iſt, und worauf ſich das Queckſilber e e ausbreitet. In dem Gefäße ſelbſt befindet ſich ein Canal b c d, welcher die Weite der Barometerröhre hat, und ſich in der prinziſchen ebenen Fläche endiget, wodurch eben das Queckſilber in den hellen Raum kommen kann. Die Barometerröhre a b wird in dieſes Gefäß eingekittet. Sollte nun in beträchtlichen Höhen das Barometer in der Röhre ſehr tief herabfallen, ſo daß es die prinziſche Ebene ganz bedecken würde, ſo iſt unweit der Wand m k, ein Loch f in der Schiefe f g eingebohret, um das übrige Queckſilber ablaſſen zu können. Wird dieſes Barometer gegen den Horizont geneigt, ſo füllt ſich die Barometerröhre ganz voll an, welche ſodann durch eine beſondere Vorrichtung bey d verſchloſſen wird. Uebrigens wird es wie gewöhnlich an ein Bret, woran die Skale, ein Thermometer und ein herabhängendes Pendel ſich befindet, befeſtiget. Die Vorzüge dieſes Barometers beſtehen darin:

1. Iſt es das einfachſte von denen, welche bis jetzt angegeben ſind, und eben daher das brauchbarſte und dauerhafteſte.
2. Iſt es, wenn es ein Mahl nach dem Heberbarometer berichtiget iſt, dieſem weit vorzuziehen, weil das Niveau allezeit richtig werden muß, wenn das Gefäß vollge-

*) a. a. O. §. 131. §. 140.

vollgefüllt, und das Queckſilber wieder abgelaſſen wird. Denn vorausgeſetzt, daß das Inſtrument vertikal und feſt ſtehet, folgt, daß allezeit gleichviel Queckſilber abläuft, und wenn auch durch einen Zufall mehr oder weniger abfließen ſollte, ſo wird doch dadurch das Niveau nicht geändert und ungewiß.

Seit der erſten Erfindung der Barometer nahm man in einigen derſelben ein gewiſſes Leuchten wahr, wenn das Queckſilber in ſelbigen beweget wurde. **Picard** α) beobachtete dieſes Leuchten zuerſt; nachher haben es **de la Hire, Caſſini, Johann Bernoulli, Homberg, von Mairan, dü Fay, Muſſchenbroek** und andere ebenfalls bemerket. Ueber dieſes Phänomen haben alle dieſe verſchiedene Meinungen gehabt. **Dü Fay** beſonders glaubet, daß durch das Kochen der Barometer dieſelben leuchtend gemacht würden, indem dadurch die grobere Luft aus dem Queckſilber herausgehe, und die darin eingeſchloſſene feinere Materie eine freyere Bewegung erhalte, welche bey der Bewegung des Queckſilbers mit Heftigkeit herausdringe und dadurch das Leuchten verurſache. **Hawksbee** β) war der erſte, der dieſe Erſcheinung des Leuchtens als eine elektriſche Erſcheinung erklärte, und jetzt zweifelt wohl niemand mehr daran, daß dieſes Phänomen elektriſchen Urſprungs ſey.

Barometerprobe ſ. **Elaſticitätszeiger.**

Barometerveränderungen, Steigen und Fallen der Wettergläſer (variationes barometri, aſcenſus et deſcenſus mercurii in tubo Torricelliano, variation du baromètre). Hierunter verſteht man das Steigen und Fallen des Queckſilbers in dem Barometer an ein und demſelben Orte zu verſchiedenen Zeiten. An verſchiedenen Orten der Erde hat jedoch das Steigen und Fallen ſeine Grenzen, über oder unter welche es entweder gar nicht oder doch wenigſtens nur in äußerſt ſeltenen Fällen kömmt, wo es alsdann aber ſchreckhafte Ereigniſſe ahnet, als große Sturmwinde,

α) Mémoir. ancien. de l'Acad. roy. des ſcienc. T. II. S. 202.
β) Transact. philoſoph. 1708.

winde, Erdbeben u. d. g. Unter der Linie und nahe dabey ſind die Barometerveränderungen am geringſten, indem ſie kaum über $\frac{1}{4}$ Linie betragen. Das Barometer fängt daſelbſt an etwa früh um 9 Uhr etwas zu fallen, ſteht gegen 3 Uhr Nachmittags, da die größte Hitze iſt, am tiefſten, und ſteiget nachher den Abend und die Nacht über in einem fort, um am folgenden Tage eben die Bewegungen wieder anzufangen. Ueberhaupt iſt die Veränderung des Barometers in dem ganzen heißen Erdſtriche nie größer als etwa 2 pariſer Linien. Das Merkwürdigſte dabey iſt noch, daß die größten Wetterveränderungen und die ſtärkſten Winde, als die Tornados, daſelbſt gar keinen merklichen Einfluß auf das Barometer haben. Je weiter man ſich aber von der Linie zu beyden Seiten gegen die Pole zu entfernet, deſto größer werden die Barometerveränderungen. So beträgt die Barometerveränderung in Frankreich an die 3 Zoll.

Mehrentheils erfolgt nach dem Fallen des Queckſilbers trübe Witterung, oder auch Regen oder Wind; nach dem Steigen hingegen ſtille und heitere Witterung. Jedoch iſt dieß nicht allgemein wahr, indem oft nach dem Steigen ſtürmiſche und nach dem Fallen heitere Witterung eingetreten iſt. Bey einem ſchnellen Fallen oder Steigen aber läßt ſich mit Gewißheit ſchließen, daß eine Witterungsveränderung bevorſtehe.

Weil der Druck der Luft die alleinige Urſache des Barometerſtandes iſt, ſo muß offenbar bey den Barometerveränderungen eine Veränderung in der atmoſphäriſchen Luft vorgehen. Wäre es daher möglich, dieſe Veränderungen anzugeben, ſo würden wir auch die Gründe der Barometerveränderungen angeben können. Allein die Atmoſphäre ſcheint noch bis jetzt ein Raum zu ſeyn, in welchem die Natur ihre Operationen verſteckt hat. Daher iſt man noch nicht ſo glücklich geweſen, die wahren Gründe von dem veränderten Stande des Barometers zu entdecken. Die verſchiedenen Hypotheſen, welche die Naturforſcher ſeit der Erfindung des Barometers zur Erklärung der Barometerveränderungen

aufgeſtellt

aufgeſtellt haben, hat Herr **de Lüc** [α]) angegeben und geprüft. Es erfordert die Abſicht, ſie in möglichſter Kürze hier anzuzeigen.

Einer von den erſten, welcher die Veränderung des Queckſilbers wahrnahm, war **Pascal.** Er glaubet zwar, daß die Barometerveränderungen von der Veränderung des Drucks der Luft herrühren; allein er ſetzt folgende Regel als gewiß feſt, welche gegen alle Erfahrung iſt, daß das Queckſilber allezeit ſteige, wenn das Wetter zugleich kalt und trübe iſt, hingegen falle, wenn die Luft warm werde, und die Dünſte durch Regen oder Schnee fallen laſſe [β]). Viele von den Zeitgenoſſen des Herrn Pascal waren dieſer Meinung, jedoch mit einiger Einſchränkung. **Beal, Wallis** [γ]) und **Garcin** [δ]) glauben noch, daß das Queckſilber nach dem Regen tiefer herabfalle, als es vor demſelben geſtanden habe, und beſonders meinet **Garcin**, daß es wirklich ſchon an einem benachbarten Orte des Barometers regne, wenn das Queckſilber im Barometer ſinke. Es ſchreiben daher alle dieſe den Grund der Barometerveränderungen dem vermehrten und verminderten Druck der Atmosphäre durch das Aufſteigen und Niederfallen der Dünſte zu. Allein vergleichet man die Menge der in einer gewiſſen Zeit an einem Orte aufgeſtiegenen und niedergefallenen Dünſte mit der Veränderung im Steigen und Fallen des Queckſilbers, ſo wird man ſie als Urſache der Barometerveränderungen ganz unzureichend finden. Denn weil das Queckſilber in einem Tage oft 6 Linien herabfällt, ſo müßten, wenn ein Gleichgewicht Statt finden ſoll, 6×14 Linien oder 7 Zoll Waſſer in einem Tage niedergeſchlagen werden, welches aller Erfahrung entgegen iſt, nach welcher eine Menge von Regen höchſtens auf 1 Zoll ſteigen kann.

Dr.

α) Unterſuchungen über die Atmosphäre. Th. I. §. 112. u. f.

β) Traité de l'équilibre des liqueurs etc. p. 153.

γ) Philoſophic. transact. n. 9. u. 10.

δ) Journal helvetique an. 1734 et 1735.

Dr. **Garden** *) nahm an, daß das Aufſteigen der Dünſte mit dem Steigen des Barometers, und das Herabfallen der Dünſte mit dem Fallen des Barometers von dem vermehrten und verminderten Drucke der Luft herrühre. Hr. **de Lüc** wendet aber dagegen ein, daß die Luft ihre Heiterkeit und Durchſichtigkeit verlieren müſſe, wenn ſich die ſchwere Luft mehr und mehr mit Dünſten anfüllte. Auch ſey unerklärbar, wie nach ſeinen und des von **de la Condamine** ihm mitgetheilten Beobachtungen bey heiterer Luft das Queckſilber am höchſten ſtehe. Uebrigens bleibe immer noch die Frage übrig, was denn die eigentliche Urſache der Vermehrung und Verminderung der eigenthümlichen Schwere der Luft ſey? **Garden** hatte zwar den Gedanken, daß ſich in der Luft noch eine feinere und mehr elaſtiſche Materie nebſt noch andern flüſſigen Materien fände, welche durch mannigfaltige Verbindungen mit der Luft eine größere eigenthümliche Schwere, als die reine Luft bewirken könnten; jedoch ſtütze ſich dieſe Vorausſetzung auf gar keine Beweisgründe. Auch ſchreibt noch **Garden** der Wärme, als einer mitwirkenden Urſache, die Barometerveränderungen zu, indem er behauptet, daß die verſchiedenen Grade derſelben die Elaſticität der Luft vermehre und vermindere, und daß die mehr elaſtiſche Luft weniger auf die Grundfläche drucke, weil ſie eine geringere ſpecifiſche Schwere habe. Herr **de Lüc** wendet dagegen ein, daß die Wärme wenigſtens eben ſo ſtark auf die Dünſte wirke, als auf die Luft, vermindere daher zugleich auch deren ſpecifiſche Schwere, und könne folglich nichts zu ihrem Herabfallen beytragen. Außerdem ſehe man oft das Queckſilber im Sommer hoch und im Winter niedrig ſtehen, welches hinlänglich beweiſe, daß die großen Veränderungen des Barometers dieſer Urſache nicht könne zugeſchrieben werden.

Wallis, welcher anfänglich behauptete, daß das Queckſilber ſteige, wenn die Luft mit Dünſten erfüllt ſey, hingegen falle, wenn dieſe Dünſte durch Regen herabfielen, mußte doch auch zugeben, daß das Queckſilber auch ohne vorhergegangenen Regen

*) Philoſoph. transact. n. 171.

gen falle, und daß es oft bey heiterer Witterung am höchſten ſtehe. Das erſtere ſuchte er aus der Wirkung eines Windes, welcher den ſenkrechten Druck der Luft vermindere, zu erklären; bey der zweyten aber glaubte er, der Meinung des **Garden** entgegen, daß die Wärme die Elaſticität der Luft vermehre, und dieſe dadurch ſtärker auf die Fläche drucken müſſe, wodurch eben das Barometer ſteige [α]). Jedoch nahm er dieſe ſeine Meinung in einer neuen Abhandlung [β]) wieder zurück, behauptete aber doch noch, daß bey größerer Wärme das Queckſilber im Barometer ſteigen müſſe, ſchrieb aber dieſes Steigen der Ausdehnung der im Queckſilber enthaltenen Luft zu, welche die Queckſilberſäule verlängere. In einer noch neuern Abhandlung nimmt er endlich gar an, daß die Wärme gar keinen Einfluß auf den Druck der Luft habe, weil die Luftſäulen immer einerley Menge von Materie enthielten, und jede elaſtiſcher gewordene Schichte bloß die in ihr enthaltenen Dünſte leichter trage. Es iſt leicht einzuſehen, daß die Hypotheſen des **Wallis** wenig Beyfall finden konnten.

Liſter [γ]) glaubte, man müſſe die Urſache der Barometerveränderungen im Queckſilber ſelbſt ſuchen. Es ziehe ſich nämlich das Queckſilber beym Fallen ſehr ſtark zuſammen, dadurch gehen aber mehrere Lufttheilchen aus dem Queckſilber in den obern Theil der Röhre, welches die Menge der Luft, mithin ihre Elaſticität vermehre. Dadurch würde nun das Queckſilber, das ſich ſelbſt zuſammenzieht, auch durch eine äußere Kraft niedergedruckt. Wenn hingegen das Queckſilber ſtiege, welches ſo wohl bey der Kälte als Wärme geſchehen könne, ſo käme es in ſeinen natürlichen Zuſtand, und wäre frey und ausgedehnt, wie es ſeyn ſolle. Allein dieſe Hypotheſe widerlegt ſich ſchon von ſelbſt, indem ſie in keinem Falle mit der Erfahrung übereinſtimmet.

Halley

α) Philoſoph. transact. n. 10.

β) Philoſoph. transact. n. 55.

γ) Philoſoph. transact. n. 165.

Halley *) ſuchte die Barometerveränderungen vorzüglich aus den Winden herzuleiten. Daß bey ſtillem und zum Regen geneigtem Wetter das Barometer gemeiniglich tiefer ſtehe, erkläret er aus der größeren Leichtigkeit der Luft, welche die Dünſte nicht mehr halten könne. Dieſe Leichtigkeit der Luft entſtehe aber von zwey entgegen geſetzten Winden an dem Orte der Beobachtung, wodurch die Luft verdünnet würde. Bey hellem und beſtändigem Wetter hingegen ſtehe gemeiniglich das Queckſilber deßwegen hoch, weil alsdann an dem Orte der Beobachtung zwey entgegen geſetzte Winde zuſammenſtoßen, welches die Stille verurſache; aber dadurch werde auch die Luftſäule höher, und verdichte ſich; ſie müſſe folglich auch die Dünſte ſtärker halten, und das Queckſilber im Barometer höher treiben. Bey ſtarken Winden ſtehe das Queckſilber aus dieſer Urſache tiefer, weil die ſehr ſtark fortſtrömende Luft durch die angrenzenden ſtillen Luftſäulen nicht ſogleich wieder erſetzt werden könnten, wodurch ſie verdünnt werde; außerdem komme auch noch durch die horizontale Bewegung des Windes eine Verminderung des ſenkrechten Drucks der Luft hinzu; auch könne es dabey nicht regnen, weil die Dünſte zerſtreuet würden. Das Queckſilber ſtehe in England beym Oſt- und Nordoſtwinde am höchſten, weil in dem großen atlantiſchen Meere unter der nördlichen Breite ein Weſt- oder Südweſtwind faſt beſtändig wehe, wodurch die Oſt- und Nordoſtwinde aufgehalten würden, und eine Anhäufung der Luft verurſachten. Bey ſtillem und kaltem Wetter ſtehe das Barometer gemeiniglich hoch; denn alsdann kämen die Winde gemeiniglich aus Nord oder Nordoſten, und wenn es ſtill wäre, ſo würden dieſe durch den Weſtwind im Weltmeere aufgehalten; überdieß würde die Atmosphäre durch die Kälte verdichtet. Nach einem ſtarken Winde, wo das Queckſilber tief geſtanden, ſteige es ſehr ſchnell, weil die weggetriebene Luft wieder erſetzet werde. Gegen Norden ſeyen die Barometerveränderungen am ſtärkſten, gegen Süden aber am ſchwächſten, weil im erſtern Falle die Winde heftiger

*) Philoſoph. transact. n. 181.

heftiger und veränderlicher, als im zweyten wären. Hr. de Lüc macht gegen dieſe Erklärungsart verſchiedene Erinnerungen; indem er meint, der Wind würde nicht allein die Luft, ſondern ſelbſt die Dünſte mit fortführen, und das Zuſammenſtoßen der Winde dürfte wohl ſchwerlich eine Windſtille zuwege bringen; überdem könne der Wind ſelbſt an den Oertern, wo er wehe, die Luftmaſſe nicht vermindern, weil er eben wieder ſo viel Luft herbeyführe, als er mit ſich fortnehme. Ueberhaupt glaubet er, der Wind ſey zur Erklärung der Barometerveränderungen allein nicht zureichend.

Gerſten α) nimmt ebenfalls die Winde als die Haupturſache der Barometerveränderungen an, ſeine Hypotheſe iſt aber der halleyſchen gerade entgegen geſetzet. Er glaubet, daß durch das Zuſammenſtoßen der Luft zitternde Schwingungen in den elaſtiſchen Theilen der Luft entſtehen, wodurch die Atmosphäre ausgedehnet werde, und daher weniger auf die Oberfläche der Erde drucke, welches das Fallen des Barometers verurſache. Dagegen wehe in unſern Gegenden mehrentheils ein beſtändiger Nordoſtwind, weil die Sonne eine Hauptbewegung von Oſten gegen Süden bewirke: hierdurch übe die Luft auf die Erde den möglichſt ſtärkſten Druck aus, und halte daher das Barometer am höchſten.

De la Hire β) ſucht die Barometerveränderungen aus dem Uebergange der Luft von den ſüdlichen zu den nördlichen Gegenden herzuleiten. Er iſt der Meinung, daß die Atmosphäre ein längliches Sphäroid ſey, und daß ſie daher unter den Polen weit höher ſtehe, als unter dem Aequator. Daher erhöhe ſich die Atmosphäre bey uns, wenn der Nordwind wehe, im Gegentheile aber vermindere ſie ſich beym Südwinde. Weil aber die Mittagswinde auch Regen brächten, ſo folge, daß es regnen müſſe, wenn die Luft leicht ſcheinet, das Gegentheil aber erfolge, wenn ſie ſchwer ſey. Herr de Lüc wendet dagegen ein, daß die Mittagswinde bey

α) *Chriſt. Ludov. Gerſten* tentamina ſyſtematis noui ad mutationes barometri ex natura elateris aërei demonſtr. Francof. 1733. 8.

β) Mémoir. de Paris. 1705.

uns nur durchgingen, und mithin die Höhe der Atmoſphäre nicht vermindern könnten. Es könne dadurch nur eine Verminderung der Höhe der Atmoſphäre unter dem Aequator Statt haben; aber daher müßten auch daſelbſt größere Barometerveränderungen erfolgen, als bey uns, welches doch der Erfahrung entgegen wäre.

Mariotte [α]) erkläret die Barometerveränderungen aus der Neigung der Winde gegen die Erdfläche. Er behauptet, daß die Nordwinde von oben herab, die Mittagswinde nach der Richtung der Tangente der Erdfläche wehen. Jene verdichten daher die Luft an der Erdfläche, und verurſachen das Steigen des Barometers; dieſe aber dehnen ſich aus, und erheben die obere Luft, wodurch die untere Luft dünner wird, und bewirken das Fallen des Barometers.

Le Cat [β]) leitet ebenfalls die Barometerveränderungen von den Winden her. Er glaubt nämlich, daß die verſchiedenen Winde, welche von den Weltgegenden nach dem Orte der Beobachtung wehen, der Atmoſphäre auch verſchiedene Temperaturen mittheilen, und folglich beſtändig eine gemiſchte Temperatur hervorbringen. Dadurch werde aber der ungleiche Stand des Queckſilbers verurſachet. Nach dieſer Hypotheſe müßte alſo das Queckſilber um deſto mehr fallen, je wärmer die Luft werde; es müßte alſo im Winter beſtändig ſehr hoch, und im Sommer ſehr niedrig ſtehen, welches aber der Erfahrung ganz entgegen iſt.

Woodward [γ]) nimmt die ganz ungegründete Hypotheſe an, daß die Erde eine hohle mit einer ungeheuren Menge von Waſſer angefüllten Kugel ſey. Aus dieſem großen Waſſerbehälter erhebe ſich unter der Geſtalt der Dünſte Waſſer in die Atmoſphäre. Da nun dieſe Dünſte nicht anders aufſteigen könnten, als daß ſie durch einen Stoß die Luft aus der Stelle treiben müßten, wodurch der Druck der Luft vermindert würde, ſo folge, daß das Queckſilber im Barome-

α) Diſcours de la nature de l'air. 1676.
β) Nouv. Magaſin françois. Decemb. 1750.
γ) Hiſtor. natur. telluris. Lond. 1695. 8.

Barometer falle. Wären aber ein Mahl die Dünſte in der Luft aufgeſtiegen, ſo verurſachten nicht allein dieſe Dünſte durch ihre Schwere, ſondern auch die nunmehr aufhörende Wirkung des Waſſers derſelben gegen die Lufttheile, daß die Luft ſtärker gegen die Erde drücke, und dadurch das Steigen des Queckſilbers bewirke.

Leibnitz ſucht aus dem von ihm durch Verſuche gefundenen Satze die Barometerveränderungen zu erklären. Es wiege nämlich ein fremder Körper mit der flüſſigen Materie, in der er ſich befindet, und mache einen Theil ihres Gewichtes aus, ſo lange er von derſelben gehalten werde; geſchehe aber dieß nicht mehr, und der Körper falle, ſo mache ſein Gewicht nicht mehr einen Theil des Gewichtes der flüſſigen Materie aus, welche daher weniger wieget. Hieraus zieht er nun die Folge, daß die in der Luft ſchwebenden Waſſertheilchen das Gewicht derſelben, ſo lange ſie von ihr getragen werden, vermehren; dieſe Vermehrung höre aber auf, ſo bald ſie herabfallen. Daher entſtehe im erſten Falle das Steigen, und im andern das Fallen des Queckſilbers. Allein die aufgeſtiegenen Dünſte ſind viel zu gering, ein oftmahls ſo beträchtliches Steigen des Queckſilbers im Barometer zu bewirken.

Mairan [α]) vertheidigte die Erklärung über die Barometerveränderungen des **de la Hire**, und ſeine Schrift erhielt wegen der Gründlichkeit von der Akademie zu Bourdeaux den Preis, welchen ſie auf die Unterſuchung der Urſachen der Barometerveränderungen geſetzet hatte.

Hamberger [β]) nahm eine Hypotheſe zur Erklärung der Barometerveränderungen an, welche in der Hauptſache mit der des **Woodward** übereinſtimmet. Er nimmt nämlich an, daß die in die Atmosphäre durch Hülfe der Feuertheilchen aufgetriebenen Dünſte, welche ungleich ſchwerer als die Luft wären, die Lufttheile durch ihren Stoß im Drucke

 gegen

α) Recueil des diſſertations, qui ont remporté le prix à l'Acad. Roy. des belles lettres, ſc. et arts de Bordeaux T. I.

β) Elementa phyſices. edit. tertia. Ienae 1741. 8.

gegen die Erdfläche vermindere, und daher das Fallen des Queckſilbers zuwege bringe.

Daniel Bernoulli [α]) nimmt an, daß ſich in der Erde ſehr viele große Höhlen befinden, woraus bey zunehmender Wärme Luft herausgehe, welche ſich mit der äußeren verbinde, und daher ihren Druck auf das Barometer vermehre. Das Fallen des Queckſilbers kömmt nach ihm von den entgegengeſetzten Urſachen her.

Kratzenſtein [β]) und Toaldo [γ]) haben dem Monde, außer anderen Wirkungen, auch einen Einfluß auf die Barometerveränderungen zugeſchrieben. Vorzüglich hat Toaldo durch verſchiedene Beobachtungen gefunden, daß der Mond in der Erdnähe das Barometer ſinken gemacht habe. Es iſt nicht zu läugnen, daß der Mond allerdings durch die Attraktion eine mitwirkende Urſache auf die Veränderung des Barometers ſey, aber doch gewiß nicht die einzige, weil ſonſt die Barometerveränderungen regelmäßiger erfolgen müßten, als es wirklich geſchiehet.

Sauſſüre [δ]), welcher die Hypotheſen aller ſeiner Vorgänger einer Prüfung unterworfen hat, wagt es nicht, eine beſtimmte Urſache über die Barometerveränderungen feſt zu ſetzen. Ihm ſcheinen Wärme und Winde die Haupturſachen dieſer Veränderungen zu ſeyn. Daß ſie unter dem Aequator beynahe gänzlich wegfallen, habe ihren Grund bloß darin, daß die Temperatur daſelbſt viel einförmiger, und die Winde viel regelmäßiger ſeyen, als bey uns, daher finde keine ſo große Verſchiedenheit in der Abwechſelung der Wärme und Kälte der verſchiedenen Luftſchichten Statt. Die Wärme könne überhaupt nur alsdann ſtark auf das Barometer wirken, wenn ſie bloß auf eine einzige Luftſäule aus Localurſachen geleitet werde,

α) Hydrodynam. Argentor. 1738. 4. ſect. X. §. 20.

β) Abhandlung vom Einfluſſe des Mondes in die Witterung ꝛc. Halle 1771. 8.

γ) Saggio meteorologico. Patova 1770. gr. 4. Nouae tabulae barometri aeſtusque maris. Patova. 1743. 4.

δ) Verſuch über die Hygrometrie a. d. Franzöſ. überſ. Leipz. 1784. 8.

werde, außerdem aber verlängere die Wärme die Luftſäulen nur, welche dabey gleich viel Maſſe behielten, u. ſ. w.

Kirwan *) hat mit Gründen gezeiget, daß alle bisherige Erklärungen über die Barometerveränderangen nicht hinreichen. Nach ihm erfolgen die Barometerveränderungen aus der ungleichen Ausbreitung der Luft in den höhern Regionen, beſonders gegen die Pole hin. Er nimmt nämlich an, daß zwiſchen den Wendekreiſen eine Menge brennbarer Luft beſtändig in die Höhe ſteige, welche ſich gegen die Pole hin bewege, und daſelbſt durch Verbrennung unter der Geſtalt der Nord- und Südlichter zerſetzet werde. Dieſe Verbrennung der brennbaren Luft ſieht er als die Haupturſache an, Veränderungen in Anſehung des Gleichgewichtes in der Atmosphäre hervor zu bringen. Nach dieſer ſeiner Hypotheſe erklärt er nun den Umſtand, daß unter dem Aequator keine merklichen Barometerveränderungen Statt finden, ſo: es fließe zwiſchen den Wendekreiſen in den oberen Regionen der Luft eben ſo viele brennbare Luft ab, als in den unteren Gegenden nördliche und ſüdliche Luft durch die Paſſatwinde zugeführet würde. Im Gegentheile wären außerhalb den Wendekreiſen, wegen den ſo verſchiedenen Graden der Wärme und der Dichtigkeit der Luft, die oberen Luftſtröme ungleich ſchneller, und es müßten häuffige Unterbrechungen Statt finden, wodurch das Gewicht der Atmosphäre vermindert werde. Ferner werde bey uns im Sommer die atmosphäriſche Luft durch die Sonnenwärme ſehr ausgedehnet, und ſetze daher dem oberen Strome der brennbaren Luft einen ſtarken Widerſtand entgegen, wodurch die brennbare Luft mehr gegen die ſüdliche Halbkugel getrieben würde, und eben daher rühre bey uns die geringere Barometerveränderung im Sommer. Dagegen ſey im Winter der obere Strom der brennbaren Luft bey uns weit ſtärker, und bewirke daher, daß zu dieſer Jahreszeit die größten Queckſilberhöhen gefunden werden. Wenn die nördliche Luft im nördlichen

*) Transact. of the Iriſh Academy To. II. 1788. in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 59. u. f.

Europa in andere Gegenden hinſtrömet, und daſelbſt die Luftmaſſe dadurch oder auch durch häufige Nordlichter ſpecifiſch leichter würde, ſo fiel das Barometer, und da des Gleichgewichtes wegen die Luft vom Mittage hin wehen müſſe, ſo ſähe man den Grund, warum beym Südwinde das Barometer falle. Im Gegentheil ſteige das Barometer beym Nord- und Oſtwinde, weil alsdann die obere Luft in dieſen Gegenden angehäuft würde. Fiele das Barometer vor einem Sturme, ſo rühre beydes, der Sturm und das Fallen, von einer größeren Verdünnung der Luft in derjenigen Gegend her, wohin der Wind wehet, und dieſe Verdünnung entſtehe aus der Verminderung oder Zerſetzung der oberen Luft. Zur Zeit des Frühlings fange bey uns die obere brennbare Luft gegen Süden zu ſtrömen, im Herbſt aber gegen Norden ſich zu bewegen an; woraus die Stürme um die Zeit der Nachtgleichen, und die häufigen Barometerveränderungen erfolgten. Weil nun aber der Zufluß der brennbaren Luft gegen die nördliche Halbkugel in allen Jahren nicht gleich ſey, ſo folge daraus auch, daß die mittlere Barometerhöhe in verſchiedenen Jahren auch verſchieden gefunden werde. Obgleich dieſe Hypotheſe von den Barometerveränderungen hinlängliche Rechenſchaft gibt, ſo iſt es doch ſehr zweifelhaft, ob die heiße Zone eine ſo erſtaunende Menge brennbarer Luft in die Atmoſphäre ſenden könne, und ob die Nordlichter aus einer Verbrennung der brennbaren Luft beſtehe. Zwar ſuchet Kirwan die Entſtehung der brennbaren Luft zwiſchen den Wendekreiſen dadurch begreiflich zu machen, daß daſelbſt durch Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, durch Vulkane, und durch viele andere natürliche Operationen eine große Menge brennbarer Luft erzeuget werde, welche wegen ihrer Leichtigkeit in die oberſte Region der Atmoſphäre aufſteigen müſſe.

De Lüc *) leitete vormahls die Veränderungen des Barometers aus dem Satze her, daß die Dünſte viel leichter wären,

*) Unterſuchungen über die Atmoſphäre. Th. II. §. 665 u. f.

wären, als die gemeine Luft. Stiegen nämlich die Dünſte in die Atmosphäre, ſo verdrängten ſie aus den Stellen, welche ſie einnähmen, die weit ſchwerere Luft; folglich würden die mit Dünſten beladenen Luftſchichten allemahl leichter als die reine Luft, und das Queckſilber müſſe fallen. Fielen aber die Dünſte herab, ſo würde nun die ſchwerere Luft in dieſe Stellen, wo die Dünſte waren, wieder zurückkehren, und das Barometer würde wieder ſteigen. Hieraus erkläret ſich das Fallen des Queckſilbers vor dem Regen, und das Steigen desſelben nach dem Regen oder bey der Rückkehr guter Witterung. Allein nach dieſer Hypotheſe iſt es nicht möglich zu erklären, warum die Barometerveränderungen unter dem Aequator ſo unmerklich ſind, da doch daſelbſt die Dünſte weit ſtärker als in anderen Gegenden der Erde aufſteigen, und die Witterung ebenfalls abwechſelnd iſt. Jedoch wird dieſe ſeine angenommene Hypotheſe von ihm ſelbſt dadurch widerleget, daß er ſich eine ganz andere Idee von der Entſtehung der Dünſte, und der Verwandlung derſelben in der Atmosphäre macht *). Er glaubet nämlich, daß die aufgeſtiegenen Dünſte in der Atmosphäre ſelbſt durch einen uns noch unbekannten Naturproceß in wirkliche Luft verwandelt würden, welche nachher wieder zerſetzet, und in Waſſer umgeſchaffen werde. Durch eine ſolche Vermehrung und Verminderung der Luft würde nun natürlich der größere und ſchwächere Druck der Luft auf die Erdfläche, und ſelbſt das Steigen und Fallen des Queckſilbers im Barometer zu erklären ſeyn. Hiernach hat **Lampadius** β) aus verſchiedenen bey den Barometerveränderungen vorkommenden Umſtänden zu beweiſen geſuchet, daß die Zerſetzung der Luft eine Haupturſache mit ſey, den veränderten Druck der Atmosphäre zu bewirken, und daß ſie folglich zu den Barometerveränderungen mit beytrage. Allein auch hieraus erkläret es ſich

*) Neue Ideen über die Meteorologie. Zwey Theile. Berlin und Stett. 1787.

β) Kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers, deſſen Wirkungen und verſchiedenen Verbindungen. Göttingen 1793. 8. S. 103 u. f.

noch nicht, warum unter dem Aequator, wo doch die Ausdünſtung außerordentlich ſtark iſt, mithin die Vermehrung der Luft ſehr groß ſeyn würde, die Barometerveränderung ſo ſehr geringe iſt.

Zu allen dieſen Hypotheſen hat Hube *) noch eine hinzu gethan, welche ſich auf ſeine Ausdünſtungs-Theorie gründet. Er nimmt an, daß durch die mitgetheilte Elektricität die Luft, in welcher viele Waſſerdünſte der zweyten Art hängen, ſehr ausgedehnet werde. Dieſe Urſache wirke aber zwiſchen den Wendekreiſen gar nicht, weil die Luft daſelbſt gar keine oder nur außerordentlich wenig Dünſte der zweyten Art enthalte. Im Gegentheil werde ihre Wirkung gegen die Pole zu nach und nach immer größer, weil die Erdfläche wegen der Kälte immer mehr auf die zweyte Art verdunſtet, je weiter man ſich von den Wendekreiſen entfernet. Ueber dem mittelländiſchen Meere bleibe das Barometer dem Sommer über, nach dem Zeugniſſe des Volney, ganz unveränderlich, im Winter aber verändere es ſeine Höhe öfters und beträchtlich. Dieſes beweiſe, daß das Mittelmeer im Sommer nur auf die erſte, im Winter aber oft auf die zweyte Art verdunſtet. Dieſe Urſache ſey zur Erklärung der Barometerveränderungen vollkommen hinreichend. Denn die Luft könne bey 12 Grad Wärme nach Reaumür wahrſcheinlich mehr als den dritten Theil ihres Gewichtes an Waſſer auf die zweyte Art auflöſen. Die Dünſte erſtreckten ſich aber in der Atmoſphäre auf eine anſehnliche Höhe, wo die Luft ſehr kalt, und auch trockener ſey als unſere zu ſeyn pfleget. Stelle man ſich eine Luftſchicht vor, welche viel niedriger als der Montblanc iſt, welche nur eine Queckſilberſäule von 9 Zoll Höhe erhalten kann, und man nähme an, daß alle in der Atmoſphäre zerſtreueten Dünſte bloß in dieſer vereiniget ſeyn, ſo könne dieſelbe gewiß zuweilen einen beträchtlichen Theil ihres Gewichtes an Dünſten

*) Ueber die Ausdünſtung und ihre Wirkungen in der Atmoſphäre. Leipz. 1790. gr. 8. Kap. 69 u. 70. deſſelb. vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre in Briefen. B. II. Leipz. 1793. gr. 8. 37ter Brief.

Dünſten der zweyten Art enthalten. Nähme man anſtatt des dritten Theils wegen Kälte der Luft nur den ſechsten Theil ihres Gewichtes an, ſo könne der mittlere Druck der Atmoſphäre, welcher am Ufer des Meeres etwa 28 pariſer Zoll beträgt, durch die Dünſte etwa um $\frac{1}{18}$ verändert werden. Weil ſelbſt ganz tief in Norden mitten im Sommer oft die Hitze ſehr anſehnlich ſey, ſo gebe es auch daſelbſt Zeiten, wo die Atmoſphäre meiſtentheils nur mit Dünſten der erſten Art angefüllt ſey, beſonders über dem feſten Lande. Stehe folglich alsdann das Barometer auf ſeiner mittleren Höhe, ſo könne es ſich nach und nach etwa um $\frac{1}{18}$ darüber heben, wenn entweder die Feuchtigkeit in der Folge beſtändig auf die zweyte Art verdunſte, oder wenn eine mit Dünſten der zweyten Art ſehr angefüllte Luft durch Winde herbey geführet werde. Setze ſich aber eine ſolche Luft, in welcher ſehr viel Dünſte der zweyten Art ſind, zuletzt mit der übrigen Atmoſphäre der Erde ins Gleichgewicht, ſo ſtehe das Barometer auf ſeiner mittleren Höhe, ſo könne eine ſtarke Elektriſirung der Luft durch Mittheilung dasſelbe um $\frac{1}{18}$ erniedrigen, weil ſie die Dünſte der zweyten Art gleichſam in Dünſte der erſten Art verwandele, und alſo die Luft um $\frac{1}{18}$ leichter mache, ohne die Höhe der Atmoſphäre merklich zu vermehren, weil die erhabene Luft gleichſam nach den Seiten abfließe. Alſo könne die verſchiedene Beſchaffenheit der Dünſte der zweyten Art, nachdem die Luft durch Mittheilung elektriſirt ſey oder nicht, die Höhe des Barometers überhaupt um $\frac{1}{9}$ ändern. Größer ſey aber auch ihre Veränderung vermöge der Erfahrung, ſelbſt unter dem Polarkreiſe nicht, und dieſe rühre noch zum Theil von den Veränderungen der Wärme her.

Da die Elektriſirung der Atmoſphäre und die Vertheilung der Dünſte auf eine ungleichförmige Art geſchiehet, ſo werden bald hier bald da Luftmaſſen plötzlich ausgedehnet, und ſpecifiſch leichter. Dieſe erheben ſich folglich, und es entſtehen Winde oder Stürme auf eine ähnliche Art wie die durch die Wärme. Dieſe Winde fiengen allezeit in der obern Luft an, und das Barometer fange an zu fallen, ſo bald eine an-

ſehnliche

ſehnliche Menge Luft, welche vorher auf dasſelbe drückte, von oben abgefloſſen iſt. Nach und nach dringe die elektriſche Materie tiefer, das Barometer falle an dem Orte der Elektriſirung immer mehr und mehr, und der Sturm fange auch in der unteren Luft an. Zuweilen bleibe auch unten in einer Gegend die Luft faſt ruhig, wenn ſie von da nach zwey verſchiedenen Richtungen abfließe. Ein ſolcher Sturm gehe immer weiter als die Elektriſirung; er ſtoße an der Seite die nicht elektriſirte Luft auf eine anſehnliche Weite mit großer Gewalt fort, und verdichte ſie; daher erhebe ſich hier das Barometer. Zwiſchen einem ſolchen Orte der Verdichtung, und dem der Elektriſirung, wo das Barometer falle, müſſe es alſo einen Ort geben, wo das Barometer weder ſteige noch falle. Fließe nachher die verdichtete Luft wieder zurück, ſo müſſe das Barometer da fallen, wo es vorher geſtiegen wäre, und da ſteigen, wo es vorher gefallen wäre. Daher hebe ſich bey uns oft, wenn die Luft über dem atlantiſchen Meere elektriſiret werde, das Barometer mit warmen Weſtwinden, und falle hernach mit kältern Oſtwinden.

Ferner verliere die Luft die ihr mitgetheilte Elektricität ſo allmälig und unregelmäßig, als ſie ſie empfange. Einzelne Luftmaſſen ziehen ſich alsdann bald hier bald da zuſammen, weil die in ihnen noch vorhandenen Dünſte der zweyten Art ihre vorige Geſtalt wieder annehmen; dieſe Maſſen werden eigenthümlich ſchwerer, ſenken ſich herab, und die Luft von der Seite trete an ihre Stelle. So entſtehen wieder, beſonders in der obern Atmoſphäre, Winde, die nach den Orten hingerichtet ſind, wo dieſe durch den Verluſt der Elektricität bewirkte Verwandlung der Dünſte am ſtärkſten ſey. An dieſen Orten häufe ſich alſo die Luft zuſammen, und das Barometer ſteige.

Ein ſtarker Fall des Barometers ſetze mehrentheils eine mitgetheilte Elektricität voraus, und dieſe habe gewöhnlich Winde und Niederſchlagungen der Dünſte, folglich Wolken, Regen und übles Wetter zur Folge. In dieſem Falle gehe die Ausdehnung der Luft allemahl vor der Niederſchlagung

der Dünſte vorher, und der Barometer falle deßhalb mehrentheils ſchon, ehe ſich noch die geringſte Veränderung der Witterung zeige. Wenn es hernach wieder ſteige, und das geſchehe oft ſelbſt während des Regens, ſo könne man vermuthen, daß die Luft ihre mitgetheilte Elektricität verliere, alſo eine größere Ziehkraft erhalte, und in Kurzen die Wolken auflöſe, mit einem Worte, daß das Wetter gut werden werde.

Die Nord- und Nord-Weſtwinde heben das Barometer faſt allezeit, weil ſie uns eine über den kälteſten Meeren mit vielen Dünſten der zweyten Art angefüllte ſchwere Luft zuführten. Oft erwärme ſich dieſe Luft bey uns, und dann haben wir gewöhnlich gutes Wetter; oft aber ſey ſie ſehr feucht, und erwärme ſich bey uns ſo wenig, daß das Wetter ſchlecht werde.

Dieſe eigenen Worte des Herrn Hube ſollen nun von den Barometerveränderungen hinlängliche Rechenſchaft geben. Allein ſo ſehr auch dieſe ſeine Hypotheſe mit der Erfahrung überein zu ſtimmen ſcheinet, ſo legt er doch erſt Vorausſetzungen hinein, aus welchen er die ganze Erklärung herleitet. Es käme demnach vorzüglich darauf an, ob auch dieſe Vorausſetzungen in der Natur wirklich gegründet ſind. Welche Gründe berechtigen aber Herrn Hube, Ausdünſtungen von zweyerley Art anzunehmen, und warum ſoll nur die Ausdünſtung von der zweyten Art, und nicht die von der erſten Art durch die Elektricität ausgedehnet werden können? Alles dieſes ſind nur willkürliche Sätze, welche aus keiner einzigen Erfahrung gefolgert werden können. Außerdem beruhet ſeine ganze Hypotheſe auf dem Auflöſungsſyſtem, welchem wichtige Zweifel entgegengeſetzet werden können. M. ſ. **Ausdünſtung**.

Bey allen den bisher angegebenen Bemühungen, die Barometerveränderungen auf eine genugthuende Weiſe zu erklären, ſind alſo die Urſachen derſelben bey weitem noch nicht

entdecket,

entdecket, und gehörig in das Licht geſetzet worden. L. Cotte *) hat aus ſeinen 30jährigen meteorologiſchen Beobachtungen ſo wohl, als auch aus den Beobachtungen verſchiedener Societäten in Europa verſchiedene Reſultate mitgetheilet, wovon unter andern folgende Sätze, welche auf die Veränderung des Barometers einen Bezug haben, zu bemerken ſind:

1. Die großen Veränderungen des Barometers ſind gewöhnlich bey hellem Wetter mit Nordwind, und die kleinen Erhebungen bey trübem, regenhaftem, oder windigem Wetter mit Südwind, oder einem angrenzenden begleitet.
2. Der Stand des Queckſilbers ändert ſich mehr in den Wintermonathen, als in den Sommermonathen, ſo daß ſein größtes Steigen und ſein tiefſtes Fallen im Winter Statt findet, aber ſein mittleres Steigen iſt größer im Sommer als im Winter.
3. Die Veränderung des Barometerſtandes iſt beynahe Null am Aequator, und wird um deſto größer, je weiter man ſich von da gegen die Pole hin entfernet.
4. Sie beträgt mehr in den Thälern als auf den Gebirgen.
5. Je mehr die Winde veränderlich ſind, um deſto mehr iſt es auch der Stand des Queckſilbers.
6. Er iſt niedriger um Mitternacht und Mittag, als zu andern Stunden des Tages; ſeine größte tägliche Höhe iſt gegen Abend.
7. Zwiſchen 10 und 2 Uhr des Nachts und bey Tage iſt das Steigen und Fallen des Queckſilbers geringer; das Gegentheil findet zwiſchen 6 und 10 Uhr des Morgens und Abends Statt.
8. Zwiſchen 2 und 6 Uhr des Morgens und Abends ſteigt es eben ſo oft, als es fällt, doch ſo, daß es öfter um dieſe Zeit in den Wintermonathen ſteiget, und öfter in den Sommermonathen fällt.

9.

*) Journal de phyſique T. I. an. 2. S. 231. u. ſ. in Grens neuem Journale der Phyſik. B. III. S. 415 — 417.

9. Die Oſcillationen ſind geringer im Sommer, größer im Winter, und ſehr groß um die Nachtgleiche.
10. Sie ſind auch größer bey Tage als bey der Nacht.
11. Je höher die Sonne über dem Horizonte ſtehet, deſto geringer ſind die Oſcillationen, ſie nehmen zu, ſo wie ſie ſich dem weſtlichen Horizonte nähert, und ſind ſehr groß, wenn ſie gegen den öſtlichen Horizont kommt.
12. Sie ſind von den Veränderungen der Wärme bis auf einen gewiſſen Punkt unabhängig.
13. Das Queckſilber pflegt vom Neumond zum Vollmond zu ſteigen, und vom Vollmond zum Neumond zu fallen.
14. Es ſteiget mehr im Apogäum, als im Perigäum; es pflegt zu ſteigen vom nördlichen Luniſtitium zum ſüdlichen, und zu fallen vom ſüdlichen Luniſtitium zum nördlichen.
15. Im Allgemeinen gibt die Vergleichung der Veränderung des Queckſilbers mit dem Mondspunkt nichts Beſtändiges; die Reſultate von 13 und 14 ſind die beſtändigſten.
16. In unſern Gegenden bleibt das Barometer binnen 24 Stunden niemahls ohne Veränderung.
17. Die Barometer weſtlicher Gegenden ſteigen oder fallen früher als die mehr öſtlichen.
18. Wenn die Sonne durch den Meridian gehet, ſo pflegt das Queckſilber, wenn es im Fallen iſt, fort zu fallen, und oft wird ſein Fallen beſchleuniget.
19. Wenn um eben dieſe Zeit das Queckſilber im Steigen iſt, ſo fällt es, oder es bleibt ſtehen, oder es ſteigt auch langſamer.
20. Wenn endlich unter eben dieſem Umſtande das Queckſilber im Stillſtande begriffen iſt, ſo fällt es; wenn es wenigſtens nicht vor oder nach dem Stillſtehen im Steigen begriffen geweſen iſt.
21. Die erwähnten Veränderungen finden gewöhnlich von 11 Uhr des Morgens bis 1 Uhr des Nachmittags Statt; aber öfter Vormittags, als Nachmittags.

22. Vor den hohen Fluthen geht faſt immer ein ſtarkes Fallen des Queckſilbers vorher, es trifft häufiger im Vollmonde, als im Neumonde ein.

Aus dieſen Sätzen ſcheint zu folgen, daß man mit allem Rechte die Barometerveränderungen in **regelmäßige** oder **tägliche**, und in **unregelmäßige** eintheilen könne. Bey den regelmäßigen ſcheint der Stand der Sonne und des Mondes den größten Einfluß zu haben, indem ſich dieſe Veränderungen ſehr natürlich durch das Anziehen der Luft, wie bey der Ebbe und Fluth, erklären laſſen. Schon hatte **Steiglehner** *) bemerket, daß das ſtärkſte Fallen des Queckſilbers im Barometer an weſtlichen Orten früher, an öſtlichen ſpäter, eintrete, und daß der Unterſchied der Zeit dem Unterſchiede der Meridiane faſt proportional ſey. Auch **Planer** zu Erfurth fand aus genauen Beobachtungen, die er ein ganzes Jahr ununterbrochen fortgeſetzet hatte, daß gewöhnlich das Barometer zwiſchen 10 und 2 Uhr am Tage und eben ſo zwiſchen 10 und 2 Uhr des Nachts im Steigen geringer, im Fallen größer ſey, das Gegentheil aber zwiſchen 6 und 10 Uhr des Abends und Morgens Statt finde. **Chiminello** hat täglich das Barometer 22 Mahl beobachtet, und auch gefunden, daß es zu Mittage und Mitternacht im Fallen begriffen iſt. Auch **Hemmer** β) beobachtete zu Mittage und Mitternacht ein Fallen des Queckſilbers, oder doch wenigſtens eine Neigung dazu. Dieſer ſtellte vorzüglich mit allen im fünften Bande der mannheimer meteorologiſchen Beobachtungen eine Vergleichung an, und fand von 446 Durchgängen der Sonne durch den Meridian bey Tage oder Nacht, daß bey 439 Fällen dieſe Regel Statt fand, daß das Queckſilber gegen Mittag und gegen Mitternacht, welches im Fallen war, ſtärker fiel, das im Steigen begriffene langſamer ſtieg, und das im Stillſtand begriffene fiel. Er konnte die Urſache

*) Atmoſphaerae preſſio variis obſeruationibus baroſcopicis propriis et alienis quaeſita. Ingolſtad. 1783. 4.

β) Hiſtor. et comment. acad. Theodoro-Palatinae Vol. VI. phyſicum. Mannh. 1790. 4. p. 50 ſqq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. II. S. 218. u. f.

Urſache dieſer Veränderungen in nichts weiter finden, als im Stande der Sonne.

Bey den unregelmäßigen Veränderungen ſcheinen alle Mahl lokale Umſtände im Spiele zu ſeyn, nämlich Abwechſelungen der Wärme und Kälte in verſchiedenen Luftſchichten, Abänderung der Elaſticität der Atmosphäre, auch wohl Bildung der Luft aus Waſſerdünſten und ihre Zerſetzung durch unbekannte Proceſſe und die Winde.

Baſalt, ſ. **vulkaniſche Produkte**.

Baſis des Elektrophors, ſ. **Elektrophor**.

Batterie, elektriſche (ſuggeſtus, phialis Leidenſibus pluribus vna explodentibus, batterie électrique) iſt eine zum elektriſchen Apparat gehörige Verbindung verſchiedener leidner Flaſchen oder anderer belegter elektriſcher Körper, welche auf ein Mahl mit Elektricität geladen und zugleich entladen werden können, um dadurch eine ungemein verſtärkte Elektricität hervor zu bringen. Gemeiniglich läßt man ſich einen viereckigen Kaſten, entweder von Holz oder von Pappe, verfertigen, deſſen Boden mit Bley oder mit Stanniol überleget iſt. An zweyen gegen über ſtehenden Seitenwänden beſitzet er zwey Handhaben, um ihn bequem von einem Orte zum andern zu bringen. In der einen Seitenwand unten am Boden befindet ſich ein Loch, durch welches ein eiſerner Haken herausgehet, welcher mit der metalliſchen Belegung des Bodens in Verbindung iſt. An dieſen Haken wird ein Draht gehängt, welcher mit dem andern Ende an den Auslader befeſtiget wird. In dieſen Kaſten werden die leidner Flaſchen geſetzt. Zu großen Batterien muß man Flaſchen von ſtarkem und wohl abgekühltem Glaſe wählen; die beſten und bequemſten hierzu ſind die ſo genannten Zuckergläſer von 15 Zoll Höhe und 4 bis 5 Zoll im Durchmeſſer, obgleich zu kleinern Batterien auch ſchon die gewöhnlichen Arzneygläſer, die etwa ein oder ½ Nöſel faſſen, ſchon hinreichend ſind. Dieſe Flaſchen werden in- und auswendig mit Stanniol ſo beleget, daß bis zum Rande der Flaſchen 2 bis 3 Zoll unbelegt bleiben. Dieſe Flaſchen werden oben

mit einem überfirnißten Deckel von Holz oder Kork oder auch Pappe verſchloſſen, durch deren Mitte ein Draht bis zum Boden gehet. Dieſer Draht wird oben umgebogen und dadurch an einen andern Draht befeſtiget oder auch daran gelöthet, welcher letztere Draht die innere Belegung einer Reihe von Flaſchen mit einander verbindet, und zu beyden Seiten in runde Knöpfchen ausläuft. Wenn auf dieſe Weiſe mehrere Reihen hinter einander in den viereckigen hölzernen oder pappenen Kaſten geſtellet ſind, deren äußere Belegung insgeſammt mit dem Boden des Kaſtens, und jede für ſich durch einen Draht, welcher an beyden Enden Knöpfchen beſitzet, in Anſehung der innern Belegung, verbunden iſt, ſo kann man alsdann auf alle dieſe Drähte einen andern queer über legen, wodurch die innere Belegung aller Flaſchen nunmehr in Verbindung ſtehen. Brauchte man zu ſeiner Abſicht nicht alle Flaſchen mit Elektricität zu laden, ſo kann man durch einen ſolchen übergelegten Draht ſo viele Flaſchen, als man will, in Verbindung bringen.

Die Stärke der Elektricität einer geladenen Batterie richtet ſich, bey übrigens gleichen Umſtänden, nach der Größe der belegten Glasfläche, und nach dieſer wird auch die Größe der Batterie ſelbſt beſtimmt. Geſetzt, es beſtände eine Batterie aus 24 Flaſchen, wovon eine jede $\frac{3}{4}$ Quadratſchuh Belegung hätte, ſo würde dieſe Batterie eine von $\frac{3}{4} . 24 = 18$ Quadratſchuhen genannt. Wenn man zu ſeiner Abſicht beym Experimentiren eine ſehr verſtärkte Elektricität nöthig hätte, z. B. Draht damit zu ſchmelzen u. d. g., ſo iſt es rathſam, lieber mehrere Batterien durch einen Draht oder durch eine Kette zu verbinden, als eine einzige ſehr große zu verfertigen, welche ſchwer und unbequem iſt, indem dieſe verſchiedenen mit einander vereinigten Batterien alsdann eben ſo wirken, als eine einzige große. **Cavallo** [a]) fordert zum Schmelzen eines Drahtes von $\frac{1}{50}$ Zoll Dicke eine Batterie von wenigſtens

[a]) Vollſtändige Abhandlung der Elektricität. 2 Bände Leipz. 1797. Th. I. S. 263. u. f.

wenigſtens 30 Quadratfußen. Eine der größten Batterien befand ſich in dem teyleriſchen Muſeo zu Haarlem; ſie war eine von 225 Quadratfußen in 15 Käſten vertheilet, wovon jeder 15 Flaſchen enthielte. Sie ward durch 160 Umdrehungen der Elektriſirmaſchine völlig geladen, und nach dem Herrn van Marum betrug ihre abſolute Stärke auf 10040 Pfund. Drähte von $\frac{1}{32}$ Zoll im Durchmeſſer, ſchmolz ſie von Bley und Zinn 120, von Eiſen 5, von Gold $3\frac{1}{2}$, und von Silber, Kupfer und Meſſing keinen Vierthel Zoll Länge.

Eine Batterie wird eben ſo, wie eine jede andere leidner Flaſche geladen und entladen. Beym Laden iſt ein kleiner feſter Leiter beſſer als ein großer, weil er die Elektricität nicht ſo ſehr in der Luft zerſtreuet. Bey der Entladung der Batterie muß man die äußerſte Behutſamkeit anwenden, indem ſie ſonſt üble Folgen nach ſich ziehen könnte. Man gebraucht hierzu allemahl einen Auslader, und es iſt hierzu vorzüglich der von Henly allgemein, unter dem Artikel **Auslader** beſchriebene, zu gebrauchen, weil man mittelſt desſelben den elektriſchen Schlag durch oder auch über jeden Körper ohne Gefahr gehen laſſen kann. Selbſt nach der Entladung der Batterie muß man ſich hüten, wegen des Ueberreſts der Elektricität, nicht ſogleich die Drähte und die Theile desſelben zu berühren.

Durch den Schlag, welcher allemahl mit einem ſehr lauten Knalle begleitet iſt, werden dünne Drähte geſchmolzen, beträchtlich große Thiere getödtet, metallene Blättchen, welche an einem Glasſtreifen befeſtiget ſind, in dieſen hinein getrieben, ſo daß man den Fleck davon nie wieder herausbringen kann, und dergleichen Wirkungen mehr.

Der erſte, welcher ſich gleich nach dem Verſuche mit der leidner Flaſche damit beſchäftigte, den elektriſchen Schlag durch Zuſammenfügung mehrerer Flaſchen ungleich mehr zu verſtärken, war Gralath *) in Danzig. Er wählte zu den Flaſchen Deſtillirkolben von dünnem Glaſe mit einem langen Halſe von 4 bis 6 Zoll im Durchmeſſer, und den

*) Geſchichte der Elektricität. S. 442.

Hals 10 bis 15 Zoll lang. In dieſe goß er zu Winterszeit bis zur Hälfte warmes, im Sommer aber kaltes Waſſer, und verband ſie mittelſt einiger Dráhte unter einander. Nachher nahm **Franklin** *) eilf viereckige große Glasſcheiben, welche an jeder Seite eingefaßt, und dergeſtalt mit einander verbunden waren, daß bey dem Laden der einen auch alle geladen wurden. Hierauf erfand er auch ein Mittel, alle dieſe mit einander verbundenen Glastafeln auf ein Mahl zu entladen. Dieſe ſeine Einrichtung nannte er eine **elektriſche Batterie**, und von dieſer Zeit an hat die Verbindung mehrerer leidner Flaſchen dieſen Nahmen behalten.

Baum, philoſophiſcher, ſ. **Dianenbaum**.

Beatification (apotheoſis electrica, béatification). Wenn ein Menſch auf einem iſolirten Körper ſich befindet, und ihm die Elektricität durch eine Elektriſirmaſchine mitgetheilet wird, ſo wird ſein Haupt, welches mit metallenen Spitzen umgeben iſt, im Dunkeln durch das Ausſtrömen der Elektricität aus den metallenen Spitzen einen heiligen Schein oder eine ſo genannte Glorie bilden. Dieſer elektriſche Verſuch wird von dem Erfinder die **boſiſche Beatification** oder **Apotheoſe** genannt. Da dieſer elektriſche Verſuch bekannt wurde, ſo beſchäftigten ſich viele mit Nachahmung desſelben; jedoch glaubte man aber, daß das Ausſtrömen der Elektricität eines elektriſchen Menſchen, ohne das Haupt desſelben mit metallenen Spitzen zu umgeben, welchen Umſtand **Boſe**, in der Beſchreibung ſeines Verſuchs, verſchwiegen hatte, erfolgen müſſe. Vorzüglich gab ſich hierin Herr **Watſon** in England die größte Mühe. Allein ſo oft auch dieſer Verſuch ſelbſt mit ſehr verſtärkter Elektricität unternommen wurde, ſo war er doch allemahl fruchtlos. Ueberdrüßig dieſer vergeblichen Verſuche, ſchrieb endlich Watſon an Boſe, damahligen Profeſſor in Wittenberg, und erhielt zur Antwort, daß man das Haupt des Menſchen mit

*) New exp. and obſ. on electricity in ſeveral lettres to Mr. *Collinſon* Lond. 1751. 4. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität überſ. v. J. C. Wilke. Leipzig 1758. 8. S. 36.

mit einem metallenen Harniſch, an welchem verſchiedene zugeſpitzte metallene Nadeln angebracht wären, umgeben müſſe. Jedoch will der Abt **Poncelet** *) die Beatification an einem Menſchen mit kurzen Haaren, welche ſich bey dem Elektriſchwerden in die Höhe richteten, und ein jedes davon einen Lichtſtrom von ſich gab, auch ohne metallene Spitzen bewirkt haben.

M. ſ. **Joſeph Prieſtley** Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Elektricität, a. d. Engl. von D. **Johann Georg Krünitz**. Berlin u. Stralſund 1772. gr. 4. S. 101.

Bedeckungen der Geſtirne (occultationes, occultations) ſind in der Aſtronomie diejenigen Himmelsbegebenheiten, wobey ein Himmelskörper durch das Vorrücken eines andern, entweder ganz oder nur zum Theil, unſichtbar wird. So ſind die Finſterniſſe der Himmelskörper Bedeckungen. Weil der Mond der Erde am nächſten ſteht, ſo kann er auch außer der Sonne alle Planeten und Fixſterne, welche in ſeiner Bahn liegen, bedecken, oder ſich zwiſchen dieſelben und unſere Augen ſtellen. Jedoch ſind wegen der Parallaxe des Mondes dieſe Bedeckungen nicht überall auf der Erdfläche unter gleichen Umſtänden wahrzunehmen. Bedeckungen der Planeten unter ſich ſind äußerſt ſelten. Indeſſen führen ſchon ältere Nachrichten dergleichen Bedeckungen an; ſo ſoll im Jahre 1563 Jupiter den Saturn, im Jahre 1590 den 3ten Octob. Venus den Mars; im Jahre 1591 den 9ten Januar Mars den Jupiter; im Jahre 1599 den 3ten Jun. Venus den Merkur; im Jahre 1737 den 17ten May wiederum Venus den Merkur bedecket haben; jedoch ſind die 4 erſten Beobachtungen noch vor Erfindung der Fernröhre gemacht worden, und ſind vielleicht nichts weiter als bloße Zuſammenkünfte geweſen.

Vorzüglich dienen die Bedeckungen der Planeten und der Fixſterne vom Monde zur Erfindung und Berichtigung der geographiſchen Länge.

*) La nature dans la formation du Tonnere à Paris 1766. 8.

Bedeckungen der Gläſer in optiſchen Werkzeugen, ſ. **Blendungen.**

Belegung, ſ. **Flaſche, geladene.**

Benzoeſäure (acidum benzoicum, benzoes, benzoinum, acide benzoïque) iſt eine vegetabiliſche zuſammengeſetzte Säure, welche einen Beſtandtheil des **Benzoeharzes** ausmacht. Man gewinnet dieſe Säure aus dem Benzoeharze entweder durch Sublimation, oder nach **Scheele** durch das Auskochen mit Kalkwaſſer, oder nach **Göttling** durch das Kochen in alkaliſchen Laugen oder in Salpeterſäure. Sie erſcheinet in feſter Geſtalt in weißen, glänzenden Nadeln, welche **Benzoeblumen** genennet werden. Dieſe Blumen haben zwar keinen hervorſtechenden ſauern Geſchmack, ſondern vielmehr einen ſüßlichen, welcher ſehr reitzend iſt, und im Schlunde ein Prickeln verurſachet. Im kalten Waſſer löſen ſie ſich ſchwer auf, leichter im ſiedenden. In der Luft ſind die Cryſtallen dieſer Säure beſtändig, ohne zu zerfließen, in mäßiger Hitze aber flüchtig, und laſſen ſich in verſchloſſenen Gefäßen ſublimiren, an freyer Luft aber in einen weißen Rauch verwandeln, welcher für die Bruſt, Augen und Naſe ſehr empfindlich iſt. Auf glühende Kohlen gebracht, brennen ſie mit Flamme. Nach dem neuern Syſteme iſt dieſe Säure zuſammengeſetzet aus Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und etwas Sauerſtoff. Daß dieſe Säure von den übrigen Pflanzenſäuren verſchieden iſt, beweiſen vorzüglich die Neutral- und Mittelſalze, welche ſie in Verbindung mit Erden und Alkalien geben.

M. ſ. Anmerkungen vom Benzoeſalze, von **Carl Wilh. Scheele**: in den Abhandl. der ſchwed. Akademie der Wiſſenſch. v. Jahr 1776. S. 128. überſ. in **Crells** neueſt. Entdeckung. Th. III. S. 98. **Göttling**, im Almanach für Scheidekünſtler v. Jahr 1780. S. 69. v. Jahr 1782. S. 156.

Beobachtung (obſeruatio, obſervation) iſt eine Erfahrung, welche wir durch unſere Sinne an körperlichen Dingen anſtellen, indem wir ſie in dem Zuſtande laſſen, in

in welchem ſie ſich von ſelbſt befinden. Wir geben nähmlich hierbey nur Acht, welche Veränderungen mit den körperlichen Dingen in ihrem Zuſtande vorgehen. So beobachten wir z. E. eine Sonnen- oder Mondſinſterniß u. d. g. Stellen wir hingegen eine Erfahrung an körperlichen Dingen ſo an, daß wir ſelbige vorſetzlich unter gewiſſe Umſtände bringen, in welche ſie ohne uns nicht gekommen wären, und bemerken nun, welche Veränderungen an ſelbigen erfolgen, ſo heißt dieſe Erfahrung ein **Verſuch**. So macht man z. E. Verſuche mit Körpern in dem leeren Raume der Luſtpumpe.

Alle Erfahrungen, welche wir bey körperlichen Dingen machen, haben an und für ſich einen geringen Werth, wofern nicht aus ſelbigen richtige Schlüſſe auf die Natur derſelben gemacht werden. Der Phyſiker muß folglich aus den Erfahrungen, welche er über körperliche Gegenſtände angeſtellet hat, die Eigenſchaften derſelben durch wichtige Folgerungen entwickeln. Denn alles, was wir von Körpern wiſſen, beruht ganz allein auf Erfahrungen, folglich auf richtig angeſtellten Beobachtungen und Verſuchen. Alle Geſetze, nach welchen die Körper wirken, müſſen aus den Erfahrungen hergeleitet werden, und es muß ſchlechterdings die Mathematik auf keine Vorausſetzung angewendet werden, wenn ſie ſich nicht auf wirkliche Erfahrung gründet. Bey alle dem iſt es aber doch unläugbar, daß alle nur mögliche Erfahrungen und ſelbſt die daraus abgeleiteten Geſetze, welche die Natur befolget, zuletzt auf gewiſſe Gründe ſich ſtützen müſſen, welche ein völliger Gegenſtand der Metaphyſik ſind. So ſehr ſich auch der Phyſiker gegen die metaphyſiſchen Unterſuchungen waffnet, ſo hat er ſie doch höchſt nöthig. Die ganze Natur iſt in einer ſteten Bewegung, und ſelbſt das Gleichgewicht, welches verſchiedene Körper gegen einander haben, ſetzt Bewegung voraus. Es iſt ja aber die ganze reine Bewegungslehre metaphyſiſch. Dieſe Lehre muß daher dem Phyſiker die Gründe

hergeben, worauf alle Erfahrungen, mithin Beobachtungen und Verſuche, beruhen.

Es iſt gewiß, daß die Verſuche einen weit größern Bezirk umfaſſen als die Beobachtungen, dagegen haben aber auch dieſe vor jenen entſcheidende Vorzüge. Durch Beobachtungen nimmt man die Wirkungen der Natur unmittelbar wahr, durch Verſuche aber lernt man bloß Wirkungen kennen, welche die Körper unter dieſen oder jenen beſondern Umſtänden hervorbringen. Oft geben auch angeſtellte Verſuche zu Hypotheſen Veranlaſſung, die zuletzt aufs Lächerliche hinauslaufen, da hingegen die Beobachtungen Wahrheiten entdecken, welche in der Natur unveränderlich ſind. Auch darf man nicht allezeit aus den Wirkungen, welche man durch Verſuche im Kleinen an den Körpern erkennet, auf die Wirkungen der Natur ſchließen; alles, was die Natur wirkt und thut, muß ganz allein durch Beobachtungen gefunden werden. Auch hat oft derjenige, welcher Verſuche anſtellet, gewiſſe Vorurtheile, nach welchen er alles abmißt, da er im Gegentheil bey den Beobachtungen nicht mehr ſehen, nicht mehr wahrnehmen kann, als was ihn ſeine fünf Sinne lehren. Ja die Methode der Beobachtung iſt viel einfacher und leichter, als die Verſuche. Insbeſondere können auch die Verſuche zu fehlerhaften Schlüſſen Anleitung geben, wenn ſie nicht mit gehöriger Genauigkeit und Vorſicht und mit Zweckmäßig eingerichteten Inſtrumenten ſind angeſtellet worden. Jedoch kann man auch durch Hülfe ihrer Eigenſchaften die Körper in ganz veränderten Umſtänden kennen lernen, und dadurch die Wirkungen weit genauer erforſchen, als durch bloße Beobachtungen. Freylich müſſen aber auch die Verſuche auf Beobachtungen zurückführen, wenn ſie unläugbare Sätze liefern ſollen.

Die vorzüglichſten Eigenſchaften eines guten Beobachters ſind folgende: er muß die Wiſſenſchaften völlig in ſeiner Gewalt haben, welche er bey Beobachtungen unumgänglich nöthig hat, damit er alles genau prüfen und

gehörig

gehörig mit einander vergleichen kann; vorzüglich muß er ein guter Kenner der Mathematik ſeyn, weil er dadurch gewohnt iſt, alles mit einem ſcharfen Blicke zu überſehen; jedoch muß er ſich wohl hüten, nicht ſogleich über Sätze, welche er aus Beobachtungen gefolgert, aber noch nicht einer genauen Unterſuchung unterworfen hat, mathematiſche Berechnungen anzuſtellen, indem ihn dieſe durch den Schein der Wahrheit in ſeinen Beobachtungen noch mehr täuſchen können. Nur alsdann iſt die Mathematik erſt mit großem Nutzen zu gebrauchen, wenn ſie auf genaue Beobachtungen und deren Folgen angewendet wird, und wenn die daher entſtandenen Reſultate nicht nur nicht den Beobachtungen widerſprechen, ſondern ſie noch mehr unterſtützen. Ferner muß er weder ein allzu großes Zutrauen zu ſich, noch auch ein allzu großes Mißtrauen gegen ſich haben, damit er nicht etwa die ihm gemachten Zweifel ohne weitere Prüfung verächtlich betrachte, oder gar kein Vertrauen auf ſeine Beobachtungen ſetze, wenn er ſie auch mit der größten Behutſamkeit angeſtellet hätte. Auch muß er ſich nicht durch das Anſehen irgend einer Perſon blenden laſſen und überhaupt ganz unbefangen ohne irgend ein Vorurtheil die Beobachtungen anſtellen. Das Temperament des Beobachters muß weder allzu lebhaft, noch auch zu ſchläfrig ſeyn. Denn im erſten Falle könnte die zu große Lebhaftigkeit was hinzuthun, was entweder gar nicht oder nur flüchtig iſt beobachtet worden, und im zweyten Falle könnte den Beobachter die Mühe verdrießen, die Beobachtungen mit derjenigen Sorgfalt anzuſtellen, als erfordert würde. Ueberhaupt muß der Beobachter gewohnt ſeyn, auf alle Umſtände zu ſehen, welche etwa eine veränderte Wirkung hervorzubringen im Stande wären. Ferner muß der Beobachter die Werkzeuge ſeiner Sinne genau kennen, z. B. ob er gut und wie weit er gut ſehen könne, ob er ein gutes Gefühl und Gehör habe u. d. g., denn viele Wirkungen in der Natur haben nicht nur einen Einfluß auf das Geſicht, ſondern auch auf andere ſinnliche

Werkzeuge, wie z. B. der Schall auf das Gehör, die Elektricität auf das Geſicht, Gehör, Geruch und Gefühl. Oft ſind aber auch unſere Sinne ſo unvollkommen, daß wir ohne andere Mittel die Wirkungen der Körper nicht wahrnehmen können. Dieſerwegen hat der Beobachter auch Inſtrumente nöthig. Dieſe müſſen freylich dem Zwecke entſprechen, einfach und genau eingerichtet ſeyn. So dienen zur Verſtärkung unſere Augen die Fernröhre und Teleſkope, zur Abmeſſung der Entfernungen und der Zeit, wobey unſere bloße Sinnen ungemein trüglich wären, Winkelmeſſer, Quadranten, Sextanten, Barometer, Thermometer, Hygrometer, Pendeln, Uhren u. d. g. Von allen dieſen Werkzeugen muß man eine genaue Kenntniß haben, und von ihrer mathematiſchen Richtigkeit verſichert ſeyn. Denn ſchlechte Inſtrumente, welche man nicht gehörig geprüft hat, und auf welche man ein gewiſſes Zutrauen ſetzet, ſind bey den Beobachtungen mehr ſchädlich als nützlich, weil ſie zu ſehr zu Irrthümern verleiten, zumahl da ſelbſt mit den beſten und genaueſten Inſtrumenten keine völlige Schärfe in Beſtimmung der Größen erhalten werden kann. Es muß alſo der Beobachter im Stande ſeyn zu beurtheilen, unter welchen Umſtänden er beym Gebrauch der Inſtrumente die möglichſt kleinſten Fehler zu befürchten habe. Dadurch wird alsdann erſt der Grad der Zuverläſſigkeit einer Beobachtung beſtimmt werden können. Ueber die Zuverläſſigkeit der Beobachtungen und Verſuche hat **Lambert** *) eine leſenswürdige Theorie entworfen, und auf eine große Anzahl merkwürdiger Beyſpiele angewendet. Sollen mit einerley Inſtrumenten an verſchiedenen Orten ein und die nähmlichen Beobachtungen angeſtellet werden, ſo müſſen auch dieſe ſo verfertiget ſeyn, daß man die Beobachtungen, welche an verſchiedenen Orten ſind angeſtellet worden, ſicher mit einander vergleichen könne.

Sehr vortheilhaft wird es einem Beobachter ſeyn, wenn er ſich noch vor der Beobachtung gleichſam einen Plan macht, nach

*) Beyträge zum Gebrauche der Mathematik Th. I. Berlin 1760. 8.

nach welchem er ſelbige anſtellen will. Er muß daher ſich auf alle mögliche Fälle, welche ſich ereignen können, gefaßt machen, um nichts zu überſehen, was etwa eine abgeänderte Wirkung hervorbringen könnte. Bey der Beobachtung ſelbſt muß er nur die einfachſten Mittel und den beſten Zeitpunkt auszuwählen wiſſen, um ſie mit nur aller möglichen Genauigkeit anſtellen zu können. Wären etwa die Gegenſtände, an welchen er eine Beobachtung anſtellen will, noch zu ſehr zuſammengeſetzt, ſo muß er dieſe, wenn es in ſeiner Gewalt ſtehet, in Theile zertheilen, und vorzüglich darauf eine genaue Aufmerkſamkeit richten, woran ihn zu wiſſen am mehrſten gelegen iſt. Damit aber die Wahrheiten, welche ihm die Beobachtungen verſchaffen, ganz untrüglich ſeyn mögen, ſo muß er bey einer Beobachtung nicht ſtehen bleiben, ſondern dieſelbe unter gleichen Umſtänden mehrmahls wiederhohlen, um zu ſehen, ob die Reſultate jedesmahl einerley ausfallen. Iſt es ihm auch möglich, die Beobachtungen unter einem andern Geſichtspunkte zu machen, ſo muß er auch dieſes nicht verſäumen. Ueberhaupt muß er jeden Gegenſtand von allen Seiten genau betrachten.

Hat er auf dieſe Weiſe eine Beobachtung gemacht, ſo wird er ſie nun auch mit aller möglichen Gewiſſenhaftigkeit bekannt machen. Hierbey wird er zeigen, durch welche Mittel er zu dieſer Beobachtung gelangt iſt, welche Umſtände dabey vorgefallen ſind, durch welche er entweder leichter nnd zuverſichtlicher die Beobachtung hat anſtellen können, oder welche ihm bey der Wahrnehmung beſchwerlich geweſen ſind. Bey der Bekanntmachung der Beobachtungen ſelbſt wird er ſich auch im Vortrage einer Methode bedienen, nach welcher die eine ein Licht auf die andere wirft, damit man den Gang, welchen er bey den Beobachtungen genommen, deſto beſſer und leichter überſehen könne.

M. ſ. *Geor. Erh. Hambergeri* elementa phyſices in praefat. ad edit. III. Ienae 1741. 8. de cautione in experientiis recte formandis et applicandis adhibenda. *I. Sennebier* l'art d'obſerver à Geneve 1775. T. I. II.

Die Kunſt zu beobachten, von J. Sennebier a. d. Fr. von Gmelin. Leipz. 1776. T. I. II. 8. *Carrard* art d'obſerver. à Amſterdam 1777. 8.

Bergbalſam ſ. **Naphtha.**

Berge (montes, montognes) ſind die beträchtlich großen Erhöhungen auf der Oberfläche unſerer Erde. Kleinere Erhöhungen nennt man **Anhöhen** oder **Hügel**. Selten wird man aber auf dem ebenen Lande einzelne Berge und eine beträchtliche Höhe finden, ſondern es liegen mehrentheils mehrere Berge zuſammen, welche Gebirge bilden. Laufen dieſe Gebirge in einer langen Reihe fort, ſo nennt man ſie **Bergrücken**, **Bergketten**, zwiſchen welchen ſich Vertiefungen von verſchiedener Geſtalt, welche **Thäler** oder **Schluften** heißen, befinden. Ueberhaupt iſt die Oberfläche des feſten Landes unſerer Erde ſehr ungleich; oft ſteigt ſelbige langſam und allmälig, oft ſehr ſchnell in die Höhe, ſenkt ſich alsdann wieder, und dehnt ſich in **Ebenen** oder **Plänen** aus. Gewöhnlich ſind die Seeküſten die niedrigſten Stellen des feſten Landes. Von einem Stück feſten Landes liegt meiſtentheils der mittlere Theil am höchſten. Die großen Bergketten ſcheinen über die ganze Oberfläche der Erde in einer ununterbrochenen Verbindung zu ſtehen; ja die Inſeln, welche auf der Meeresfläche hervorragen, können als die Gipfel der unter dem Waſſer liegenden Bergketten betrachtet werden. Die Hauptreihen der Berge laufen gemeiniglich ſeitwärts in kleinere Reihen von Gebirgen aus, welche ſich wohl zuletzt in Ebenen verlieren. Der Lauf der Flüſſe zeiget an, welche Stellen des feſten Landes höher als andere liegen. Diejenigen Oerter auf der Erdoberfläche, welche Waſſer nach vielen Seiten hinführen, nennt man **Landhöhen**, oder, wenn ihre Ausdehnung ſich nach allen Seiten hin weit erſtrecket, **Plattformen**, oder, wenn ſie ſich nach ein oder der andern Gegend hin weit ausdehnen, **Bergrücken** oder **Landrücken**. So liegt in Europa die Schweitz am höchſten, weil in der Gegend beym St. Gotthardt Gewäſſer entſpringen, welche nach allen Seiten hin durch den Rhein in die

die Nordſee, durch den Po und die Rhone in das mittelländiſche, und durch die Donau ins ſchwarze Meer laufen. Aber auch kleinere Gegenden auf der Erdfläche haben ihre Landhöhen.

Die vorzüglich merkwürdigen Bergreihen auf unſerer Erde ſind folgende:

1. Die von **Pallas** [α]) genannten **uraliſchen Gebirge**, von **Torb. Bergmann** [β]) aber unter dem Nahmen des **Sewobergs-Rücken** angegebenen Bergketten. Ein Theil von dieſen macht gleichſam die Grenze von Europa und Aſien aus, und ein davon ins Meer auslaufender Arm beſtimmt Nova Semlja. Sie trennen Schweden von Norwegen und einem Theile von Rußland, erſtrecken ſich vom weißen Meere bis zur Mündung des Fluſſes Ob, auch läuft vermuthlich ein Theil gegen Süden bis zum Wolgaſtrom, und von da aus oſtſüdoſtwärts zwiſchen Sibirien und der großen Tatarey. Endlich verwandeln ſie ſich nordwärts von Turkeſtan in zuſammenhängende Hügel.
2. Nach **Pallas** erſtrecket ſich eine andere Bergkette von den Gegenden des nördlichen Indiens, Tibet und Caſchemir, welche Reihe die höchſte Plattform des mittäglichen Aſiens ausmachet, aus abendwärts durch Perſien gegen Mittag durch die beyden Halbinſeln von Indien und gegen Morgen durch Sina.
3. Von der größten Landhöhe im nördlichen Aſien bey dem Gebirge **Boghdo** geht eine Kette unter dem Nahmen **Muſſart** nach Süden bis Tibet; eine andere unter dem Nahmen **Alak** läuft vorwärts zwiſchen die Wüſten der freyen Tatarey und die Bucharey hin, hängt mit dem Ende der uraliſchen Berge zuſammen, und verliert ſich gegen Perſien; eine dritte Bergkette mit Nahmen **Khanghai** erſtreckt ſich oſtwärts in die Mongoley, wendet ſich um, und bildet Corea und die Klippen und Inſeln gegen Japan; die vierte Bergkette macht

α) Obſervations ſur la formation des montagnes. Petersb. 1777. 4.
β) Phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel B. I. Abth. 2. Cap. 4.

macht die **altaiſchen Gebirge** aus. Zwiſchen de[n] beyden letzten Bergketten liegt die ſogenannte Wüſt[e] **Gobea** oder **Chamo** nebſt einem Theile der mongo[-] liſchen Plänen, und iſt eine der höchſten Plattforme[n] auf der Erde. Beyde Ketten, welche dieſes Plattform umringen, laufen vereinigt fort bis in das Eismeer. Die von dieſen Bergketten auslaufenden Nebengebirg[e] ſind unzählbar.

4. Eine der höchſten Bergſpitzen in Aſien iſt der **Caucaſus**, welcher den Raum zwiſchen dem caspiſchen und ſchwarzen Meere einnimmt. Von dieſem laufen Seitengebirge durch Kleinaſien bis nach Arabien, und um das ſchwarze und caspiſche Meer bis nach Europa, wo ſie ſich von Macedonien aus unter verſchiedenen Nahmen weiter erſtrecken. Von dem ſchwarzen Meere geht das **carpatiſche Gebirge** zwiſchen der Wallachey, Moldau, Siebenbürgen, Schleſien und Polen fort. Das **ſudetiſche** Gebirge erſtreckt ſich durch Oeſterreich zwiſchen Böhmen und Schleſien, und ſendet Nebengebirge nach Meißen und dem Voigtlande. Das **hercyniſche** Gebirge geht in vielen Windungen mitten durch Deutſchland. Die **hohen Alpen** ſind die Grenzen von Mayland und der Schweiz, und gehen in dieſer bis zum St. Gotthardt. Von hier bis zum Bernhard heißen ſie **penniniſche**, von hier bis an den Mont-Cenis **griechiſche**, von da bis zum Monteviſo **cottiſche** und endlich von hier bis Monaco **Seealpen**. Von dieſen Seealpen geht das **appenniniſche** Gebirge auf der genueſiſchen Küſte durch ganz Italien bis Reggio fort. Die **rhätiſchen Alpen** erſtrecken ſich zwiſchen Mayland und Graubündnerland, die **tridentiniſchen** zwiſchen Tyrol und dem venetianiſchen Gebiete, die **noriſchen** zwiſchen dieſen und Salzburg, die **kärnther** zwiſchen Kärnthen, Krain, Friaul und Iſtrien.

5.

5. In Afrika erſtreckt ſich der **Atlas** von Oſten nach Weſten: der große Atlas geht durch Aegypten, und der kleinere von Tunis bis Gibraltar.
6. In Amerika, wo die höchſten Berge auf unſerer Erde angetroffen werden, ſind vorzüglich die **Cordelieren** berühmt, welche nach der Richtung der weſtlichen Küſte von Chili und Peru hinlaufen. An dieſer Küſte trifft man zuerſt eine acht Meilen breite Pläne an, hierauf folgen etwa doppelt ſo breit abwechſelnde Hügel und Thäler, und endlich in eben der Breite die höchſten und ſteilſten Berge, welche ſich gegen Oſten ganz ſanft in unermeßliche Ebenen, die von den größten Flüſſen durchſtrömet werden, hinſenken. Von Cuenza bis Popaya iſt die Bergkette doppelt, und bildet zwiſchen ſich das 70 Meilen lange und 2 bis 3 Meilen breite Thal, worin Quito liegt, und welches das höchſte Thal auf unſerer Erde iſt. Andere Bergrücken im ſüdlichen Amerika ſtehen mit dieſer Hauptkette in Verbindung, die durch die Landengen Panama beſtändig an der weſtlichen Küſte von Nordamerika fortläuft.

Unter der **Höhe** eines Berges verſteht man die vertikale Linie von der Spitze desſelben bis zum wahren Horizont. Oftmahls begreift man auch wohl unter der Höhe eines Berges die vertikale Linie bis zur erweiterten Oberfläche des Weltmeers, und in dieſem Verſtande wird ſelbige hier genommen. Man beſtimmt die Höhe entweder durch unmittelbare geometriſche Ausmeſſungen, oder durch Nivelliren oder vermittelſt des Barometers.

Von den bis jetzt bekannten Bergen ſind die amerikaniſchen die höchſten, unter welchen der **Chimboraço** die größte Höhe hat. Jedoch ſoll nach **Molina** [a]) der **Descabeſado** in Chili dem Chimboraço an Höhe nichts nachgeben, obgleich keine Meſſungen angegeben werden. Man findet eine Vergleichung der Höhen aller bisher gemeſſenen Berge

[a]) Verſuch einer Naturgeſchichte von Chili a. d. Italiän. Leipzig 1786. 8. S. 48.

Berge in tableau comparatif des principaux montagnes par *Paſumot* etc. in *Rozier* journal de phyſique. Sept. 1783. und deutſch in Tralles phyſikaliſch. Calender für 1786. Dieſe Höhen über der Meeresfläche in Toiſen ausgedruckt ſind folgende:

Amerikaniſche Gebirge.

Chimboraço — —	3220	nach Condamine [α])
Cayambe-orcou —	3030	— —
Antiſana — —	3020	— —
Coto-paxi — —	2950	— —
Coraçon — —	2470	— —
Pitchincha — —	2430	— —
geomet. Meſſ.	2434	nach Bouguer [β])
baromet. M.	2384	nach Bouguer [β])
die Stadt Quito —	1462	nach Condamine

Afrikaniſche Gebirge.

Pik von Teneriffa bar. M.	2070	nach Bouguer
geom. M.	2213	— P. Feuillee [γ])
	2405,6	— D. Heberden [δ])
	1931	— de Borda

Europäiſche Gebirge.

Montblanc — —	2426	nach de Sauſſüre [ε])
	2391	— de Lüc [ζ])
	2424	— Shukburgh
Aiguille d'Argentiere —	2094	— de Sauſſüre
Corne dû midi —	1945	— de Lüc
St. Gotthardt —	1650	— Scheuchzer

Aetna

α) Meſure de trois premiers degrés du meridien dans l'hemiſphère Paris 1751.
β) Figure de la terre. Paris 1749. 4.
γ) Mémoir. de l'Académ. des ſcienc. à Paris 1733. 12. S. 60.
δ) Philoſoph. tranſact. Vol. XXVII. p. 356.
ε) Voyages dans les Alpes T. I. à Neuſchatel 1779. 4. maj. p. 495.
ζ) Unterſuch. über die Atmoſphäre. Th. II. §. 763.

Aetna — —	1672	nach Needham
	1771	— Berechnungen aus Brydone's Beobachtungen *)
Gletſcher Buet —	1579	— de Sauſſüre
Canigou in Rouſſillon —	1453	— Caſſini β)
Spitze beym Kloſter auf dem St. Bernhardt —	1274	— de Sauſſüre
Das Kloſter ſelbſt —	1241	— Needham
Mont d'Or in Auvergne	1048	— Caſſini
Furka — —	973	— Scheuchzer
Mole de Genf — —	940	— de Sauſſüre
Püy de Dome in Auvergne	817	— Caſſini
Brocken auf dem Harz —	546	— de Lüc
Thal Chamouny —	524	— de Sauſſüre
Gipfel des Mont-Cenis	432	— Needham
Genf — —	188	— de Sauſſüre
Paris, Saal der Sternwarte	56	— Paſumot.

So groß auch die Höhen dieſer Berge ſind, ſo kommen ſie doch in Vergleichung mit dem Halbmeſſer der Erde in keine große Betrachtung. Nimmt man nämlich die Größe des mittleren Halbmeſſers der Erde = 3271935 Toiſen (ſ. Erde), ſo wird die Höhe des höchſten uns bekannten Berges von 3220 Toiſen noch nicht ein Mahl 0,001 von dieſem Halbmeſſer betragen. Daher kann auch der Erde durch dieſe Berge von ihrer Kugelgeſtalt nichts genommen werden. Deſſen ungeachtet wird das Bleyloth durch die Anziehung der Berge von der vertikalen Richtung abgelenket.

In Anſehung der äußern Geſtalt ſind die Berge unter einander ſehr verſchieden. Mehrentheils ſteigen auch die größten und beträchtlichſten Berge allmählig an, und ſind an dem weit ausgebreiteten Fuße und am Abhange mit Erde bedeckt, im Gipfel aber ſteigen ſteile Felſen und Klippen empor.

*) Sammlung zur Phyſik und Naturgeſchichte. B. I. St. 2.

β) Mémoir. de l'Acad. des ſc. à Paris 1718.

por. Sind dieſe Klippen ſchmal und faſt wie Nadeln gebildet, ſo heißen ſolche Berge **Nadelberge, Piken** oder **Aiguillen.** Solche ſteile Felſenwände bilden oft ungeheuere Schluſten, durch welche auch oft Ströme oder Bergwaſſer fließen, wodurch die Bergrücken quer durchſchnitten werden. Oft ſind aber auch die Berge oben gerundet, oft beſitzen ſie einen langen ſchmalen Rücken, oft dehnen ſie ſich in eine ebene Fläche aus. In den Thälern iſt die Luft wärmer als in den höhern Gegenden, theils wegen der größern Dichtigkeit, theils wegen der Reflexion der Sonnenſtrahlen, theils aber auch wegen der daſelbſt mehr angehäuften Wärmematerie. Daher kömmt es, daß die Gipfel der Berge ſelbſt in den heißeſten Gegenden mit Eis und Schnee bedeckt ſind. Jedoch iſt dieſe beſtändige Schneegrenze deſto höher, je näher die Berge der warmen Zone liegen, wird aber deſto niedriger, je mehr man ſich den Polen nähert, woſelbſt ſie bis zur Meeresfläche herabgeſunken iſt. Gewöhnlich erſtreckt ſich auch das Wachsthum der Pflanzen bis nahe an die Schneegrenze, ſie werden aber immer unanſehnlicher und kleiner, je näher ſie der Grenze kommen; in gewiſſen Höhen wachſen nur noch Fichten, Tannen und harzige Holzarten, ſo wie Pflanzen, welche man Alpengewächſe nennt. Durch die Cultur können jedoch auch ſehr hohe Berge von Zeit zu Zeit fruchtbarer gemacht werden.

Man iſt gemeiniglich der Meinung, daß die Bergluft am reinſten und heiterſten ſey, und dem menſchlichen Körper ſo zu ſagen neues Leben einflöße. Allein dieſe Behauptung geht nur bis zu einer gewiſſen Grenze, welche nicht beſtimmt angegeben werden kann. So bald man über dieſe Grenze kommt, ſo wird das Athmen wegen der Dünne der Luft erſtaunend erſchweret. Der Herr von **Sauſſüre** hat vorzüglich dieſes auf dem Montblanc, welchen er im Jahre 1786 im Auguſt mit einigen Begleitern beſtieg *), genugſam erfahren. Schon

*) Relation d'un voyage à la cime du Mont-blanc en Aôut 1787. p. de *Sauſſure*.

Schon bey der Reiſe nach dem **Buet** *) theilet er von der Bergluft eine umſtändliche Nachricht mit. Er ſagt, ſo bald man eine Höhe von 1300 bis 1400 Toiſen erreichet habe, ſo wirke ſchon die Dünne der Luft merklich auf den Körper, indem ſie die Kräfte ſchnell erſchöpfe. Man ſey nämlich ſo ſehr ermattet, daß man nicht einen Schritt weiter zu thun vermögend wäre, ohne ein ungemein ſtarkes Herzklopfen zu bekommen, und in der Gefahr zu ſtehen in Ohnmacht zu fallen. Jedoch ſtellen ſich die Kräfte durch ein bloßes Still-ſtehen binnen 2 bis 3 Minuten ſo wieder her, daß man glaube, in einem Athem den Gipfel erſteigen zu können. So bald man aber auf großen Höhen von neuem etwa 16 bis 18 Schritte weiter gegangen ſey, ſo ſtelle ſich die Ermattung eben ſo wie vorher ein, und die Rückkehr der Kräfte erfolge beym Still-ſtehen eben ſo wie vorher u. ſ. f. Hieraus ſchließt der Herr von **Sauſſüre**, daß dieſe Entkräftung unmöglich von einer Ermüdung im Steigen herrühren könne, weil ſich alsdann die Kräfte in einer ſo kurzen Zeit nicht ſo vollkommen, wie doch erfolge, wieder herſtellen könnten. Eine fernere Wirkung der Dünne der Luft ſey die Schläfrigkeit, womit alle ſogleich befallen würden, wenn ſie in großen Höhen nur einige Augenblicke ruheten und ſich nicht beſchäftigten, obgleich den Schlaf weder Wind, noch Kälte, noch Hitze begünſtigten. In der Pläne hingegen ſchlafe man ſo ſchnell nicht ein, beſonders wenn die Kräfte ſchon ſo wie auf dem Berge durch eine augenblickliche Ruhe wieder hergeſtellet ſind. Es gäbe auch Perſonen, welche von ſehr ſtarker Leibesconſtitution wären, und von der dünnen Bergluft noch weit mehr leiden müßten. In gewiſſen Höhen überfiele ſie ein Ekel, Erbrechen, ja ſelbſt Ohnmachten, nach welchen ein todtenähnlicher Schlaf erfolge. Alle dieſe Wirkungen leitet der Herr von **Sauſſüre** von dem veränderten Druck der Luft auf die Gefäße, und von ihrer dadurch erſchlafften Elaſticität her.

Aus der äußern Geſtalt der Gebirge kann man noch nicht auf das Innere ſchließen. So weit es aus den berg-

*) Voyages dans les Alpes. To. I. §. 559.

männiſchen Erfahrungen bekannt iſt, ſo iſt die innere Beſchaffenheit der Berge gar ſehr verſchieden. In der neuern Zeit iſt man auf die in ſelbigen geſundenen Produkte aufmerkſam geworden, indem ſie unläugbare Beweiſe ihres Alters geben, und dadurch veranlaſſen, die Meinungen der Naturforſcher von der Entſtehung der Gebirge und von der Geſchichte der Erde zu unterſtützen. Schäzbare Betrachtungen hierüber findet man beym Herrn von **Trebra** [α]), Herrn **Voigt** [β]) und Herrn **Werner** [γ]).

Den neuern Beobachtungen gemäß laſſen ſich vorzüglich vier Hauptklaſſen der Gebirgsarten feſtſetzen, deren Entſtehung in verſchiedene Zeiten fallen. Zu der erſten Claſſe rechnet man die uranfänglichen Gebirgsarten, welche ſo zu ſagen den Kern der Gebirgsketten auf der Erdfläche ausmachen, die größten zuſammenhängenden Berge bilden, ſich in das Innere der Erde erſtrecken, und gleichſam um die ganze Erde eine feſte Kruſte machen, worauf das Waſſer und die aus ſelbigen hervorragenden Inſeln, ſo wie die mit ſelbigen zuſammenhängenden Gebirge des feſten Landes, ruhen. Mehrentheils beſtehen dieſe Gebirgsarten durch und durch aus einer gleichartigen Materie, nur ſelten wechſeln andere Gebirgsarten mit ihnen ab. Die Materie läßt ſich größtentheils nach allen Richtungen ſpalten. Die vornehmſte und häufigſte Gebirgsart dieſer Claſſe iſt der **Granit**, eine harte Steinart, welche aus Feldſpath, Glimmer und Quarz zuſammengeſetzt iſt. Oft beſteht aber auch dieſe erſte Hauptart der Gebirge aus **Serpentinſtein**, **Gneuß**, **Sienit**, **Mandelſtein**, **Trapp**, **Hornblendſchiefer**, **Porphyr**, **Porphyrſchiefer** u. d. g. Uebrigens finden ſich in dieſen uranfänglichen Gebirgsarten weder Seeprodukte noch Verſteinerungen. Ihre Entſtehung ſcheint alſo noch vor dem

Daſeyn

α) Erfahrungen vom Innern der Gebirge und Beobachtungen geſammelt von Fried. Willh. v. Trebra. Deſſau u. Leipz. 1785. Fol.

β) Briefe über die Gebirgslehre von J. C. W. Voigt. Weimar 1786. 8.

γ) Kurze Claſſification und Beſchreibung der verſchiedenen Gebirgsarten von A. G. Werner. Dresden 1787. 4.

Daſeyn der Seethiere vorher gegangen zu ſeyn. Alle dieſe Geſteinarten ſind mehrentheils in Lager abgetheilet, welche ſich zur Seite und in der Tiefe auf verſchiedene Entfernungen erſtrecken. Zwiſchen dieſen Lagern befinden ſich gewöhnliche Ritzen und Spalten, welche in der Lehre des Bergbaues **Flötzklüfte** heißen. Außerdem aber gibt es noch andere Spalten und Ritzen, welche die Flötzklüfte ſo wohl als auch die Lager ſelbſt durchſchneiden, und welche **Gangklüfte** heißen. Sind dieſe Gangklüfte mit andern Foßilien als die Lager ſind, angefüllet, ſo werden ſie beſonders **Gänge**, und die Metalle, welche die Gänge ausfüllen, die **Gangarten** genannt. Dieſe Gänge können ferner **fündige, erzführende**, oder auch **taube Gänge** ſeyn. Jene enthalten alle Arten von Metall, beſonders Gold, Silber, Kupfer, Bley und Zink; ſind aber auch angefüllt mit folgenden Steinarten: **Quarz, Jaspis, Glimmer, Hornblende, Flußſpath, Feldſpath, Schwerſpath** u. d. g. Die tauben Gänge enthalten mehrentheils auch dieſe Steinarten, theils einzelne, theils verſchiedentlich unter einander vermengt. Gewöhnlich hat der Gang, wo er an den Berg grenzt, kenntliche und von der Gang- und Bergart zu unterſcheidende Einfaſſungen, welche **Saalbänder** genannt werden. Den Abſtand beyder Saalbänder von einander oder die Dicke des Ganges heißt man auch die **Mächtigkeit**. Die Gänge ein und des nämlichen urſprünglichen Gebirges begrenzen nicht alle Mahl parallele Ebenen; oft ſind ihre Grenzen an einander gefügte Ebenen, oft gar krumme Flächen. Selbſt die Hauptgänge eines und eben desſelben Gebirges haben gewöhnlich an allen Stellen nicht einerley Streichen und Fallen. In dieſen Gebirgsarten findet man außer den Gängen auch noch erzführende Lagerſtätte, welche gewöhnlich mit den Lagern der urſprünglichen Gebirgsarten parallel laufen, und mit allerley Erzarten angefüllt ſind, und daher auch **Erzlager** genannt werden. Einige nennen ſie auch **Ganggebirge**, ſelbſt da, wo ſie mit den Gängen durchſchnitten ſind. Oftmahls finden ſich auch in einer Gebirgsart

birgsart zerſtreuet unregelmäßige Klumpen, welche entweder wenig oder gar keine edle Metalle enthalten, und welche **Stockwerke** heißen. Vorzüglich trifft man dieſe im Granit an.

Zur zweyten Hauptklaſſe der Berge gehören diejenigen, welche unläugbare Spuren einer ältern Entſtehung und vorzüglich einer unter dem Waſſer geſchehenen Bildung an ſich tragen. Die Naturforſcher nennen dieſe Berge **Berge von der zweyten Ordnung**, beym Bergbaue aber heißen ſie **Flötzgebirge**. Dieſe beſtehen auch aus verſchiedenen Schichten und Lagern, welche einzeln betrachtet meiſtentheils aus einer gleichartigen Materie beſtehen, unter einander aber aus Lagern von verſchiedener Materie zuſammengeſetzet ſind. Die Lager und Schichten, welche über einander liegen, laufen gewöhnlich mit einander parallel, und ſehr ſelten iſt ein Lager oder eine Schichte mit andern Foſſilien vermengt. Eine jede ſolche Schicht heißt bey dem Bergbaue ein **Flötz**. Wenn die Flötzgebirge mit den uranfänglichen Gebirgsarten zuſammentreffen, ſo findet man alle Mahl dieſe von jenen bedeckt, aber nie umgekehrt jene von dieſen bedeckt; dieß iſt alſo ein unwiderſprechlicher Beweis, daß die Flötzgebirge nach den uranfänglichen Gebirgen ihren Urſprung erhalten haben. Die Flötze, welche in parallelen Lagen über einander liegen, ſind keines Weges nach ihren ſpecifiſchen Gewichten geordnet, ſondern es liegt oftmahls ein ſpecifiſch ſchwereres Flötz über einem ſpecifiſch leichteren u. ſ. f. Ueberhaupt beweiſet ihre ganze Bildung und die darin befindlichen verſteinerten Seeprodukte, daß ſie weiter nichts ſind als Bodenſätze des Waſſers, welche vermuthlich in verſchiedenen Perioden gebildet worden ſind. Zwiſchen dieſen beyden Hauptklaſſen von Gebirgsarten finden ſich auch einige Berge, von welchen es an ſich zweifelhaft iſt, ob ſie zu den uranfänglichen Gebirgsarten oder zu den Flötzgebirgen gehören. Dahin rechnet man die **Schiefergebirge**, welche oftmahls ohne alle Seeprodukte in verſchiedenen Lagern bis zur höchſten Höhe ſich erheben, oftmahls aber auch in horizontalen parallelen Schichten mit einer großen Menge

Eindrücke von Muſcheln, Fiſchen und Kräutern gefunden werden. Die letztern Schiefergebirge ſind offenbar unterm Waſſer gebildet: von den erſtern aber läßt ſich nichts Entſcheidendes behaupten, ſind jedoch der Hauptſitz der edlen Metalle. Am häufigſten beſtehen die einzelnen Flötze der Flötzgebirge aus Kalkſtein, Thonſchiefer, Steinkohlen, Kreide mit inliegendem Feuerſtein, Steinſalz, Gips, Eiſenthon, bituminöſem Mergelſchiefer, Mergel, Sandſtein, Stinkſtein u. d. g. In den erzführenden Flötzen finden ſich auch noch außerdem Bleyglanz, Erdkobalt, Uranium und beſonders Galmey. In Anſehung ihrer Mächtigkeit iſt ein großer und beträchtlicher Unterſchied anzutreffen, und gemeiniglich iſt eine Flötzart als Hauptflötz zu betrachten. Die Menge der Verſteinerungen und der Abdrücke von Seeprodukten, welche ſich in und zwiſchen den Flötzen der Flötzgebirge vorfinden, iſt bis zum Erſtaunen groß und mannigfaltig; ſelten aber enthalten ſie, beſonders die flachliegenden, Verſteinerungen und Abdrücke von Landthieren und Pflanzen. Es gibt ganze Flötze, welche als Hauptbeſtandtheil die unzähligen verſteinerten Seemuſcheln ausmachen. Viele Verſteinerungen trifft man in ſelbigen an, deren Originale man bis jetzt noch nicht hat finden können, wie z. E. die Ammonshörner, welche verſteinert in einer ſehr großen Anzahl von der größten bis zur kleinſten Sorte gefunden werden, die Belemniten u. ſ. w. Manche Sorten, deren Originale ſehr ſelten ſind, trifft man als Verſteinerungen in einer außerordentlichen Anzahl an, wie z. E. die Terebratuliten. Man findet von den Seeprodukten oft Verſteinerungen in einer ſolchen bewundernswürdigen Größe, daß man Originale davon in dieſer Größe noch nicht hat entdekken können; dahin gehören Nautiliten, Kammmuſcheln, Auſtern, Tuten, Schrauben u. d. g. Ueberhaupt machen den größten Theil der in den Flötzen der Flötzgebirge gefundenen Verſteinerungen die Schalen der Schalthiere aus. Sehr merkwürdig iſt es hierbey noch, daß in den Flötzgebirgen der nördlichen Länder Produkte der ſüdlichen Länder

gefunden werden, da man im Gegentheile in den Flötzgebirgen der ſüdlichen Länder keine von ſolchen Produkten entdecket, welche allein den nördlichen Ländern eigen ſind. Uebrigens finden ſich die Conchilien ganz und zerbrochen, einzeln und beyſammen, groß und klein, oft in ſolchen Stellungen, welche ſie gern lebend annehmen, und in einer ſolchen Ordnung, wie ſie im Meere neben einander liegen: ſtatt ihrer weichen Theile aber befinden ſich entweder ganz leere Räume oder es ſind dieſe mit Stein oder Cryſtalliſation angefüllet. Dieß ſind aber doch gewiß unläugbare Beweiſe, daß die Flötze in den Flötzgebirgen ganz als Bodenſätze unter dem Waſſer zu betrachten ſind, und daß die Oberfläche unſerer Erde zu verſchiedenen Zeiten auch verſchiedene Veränderungen müſſe erlitten haben. Alle dieſe erwähnten Umſtände aber widerlegen ſchon die Hypotheſen dererjenigen, welche glauben, daß dieſe Conchylien durch Menſchen an ſolche Oerter gebracht, oder daß es bloße Naturſpiele, oder daß ſie die von der Erde mit dem Waſſer eingeſogenen und in ſelbiger entwickelten Keime der Seethiere wären u. d. g.

Zu der dritten Hauptklaſſe der Gebirgsarten gehören diejenigen, welche noch neuer, als die von dem Meere gebildeten Flötzgebirge ſind. Sie haben mit den Flötzgebirgen das gemein, daß ſie wie dieſe auf dem naſſen Wege entſtanden ſind, wie ihre Lage und Conſtruktion offenbar zeigen. Sie beſtehen ebenfalls, wie die Flötzgebirge, aus über einander gelegten Schichten und Lagern, welche aus Theilen der uranfänglichen und der Flötzgebirge zuſammengeſetzet ſind, welche aber eine verſchiedene Dicke beſitzen. Man nennt dieſe Gebirge **aufgeſchwemmte Gebirge.** Sie beſtehen mehrentheils aus Sandſtein und Mergelſchichten, und enthalten wenige oder gar keine Seeprodukte, dagegen eine große Menge von verſteintem Holze, Abdrücke von Pflanzen und von den Knochen der Landthiere, ganze Baumſtämme, welche wie braune Kohle ausſehen, und an welchen man oft noch die Rinde und Faſern bemerken kann. Merkwürdig iſt es aber,

aber, daß in dieſen aufgeſchwemmten Gebirgen thieriſche Produkte gefunden werden, in welchen Gegenden die Thiere ſelbſt vermöge ihrer bekannten Natur ſich gar nicht aufhalten können; ſo hat man in den nördlichen Gegenden Thierprodukte von ſüdlichen Landthieren angetroffen, wie die ſehr große Menge von Elephanten-, Nashorn- und Büffelknochen an der Weſtſeite der uraliſchen Gebirgskette und die Menge von ausgegrabenem Elſenbein beweiſet, welches in Sibirien und Nordamerika gefunden wird. Von dieſen aufgeſchwemmten Gebirgen unterſcheidet man zwey Hauptgattungen, nämlich **plattes Landgebirge** und **Seifengebirge**. Die Oberfläche des erſtern iſt entweder völlig eben, oder es erhebet ſich ganz unmerklich, und iſt nur hier und da mit kleinen Hügeln beſetzt. Die oberſte Lage deſſelben beſtehet gemeiniglich aus der ſo genannten **Damm-** oder **Gartenerde** oder **vegetabiliſchen Erde**. Dieſe Erde iſt es, worin die Pflanzen und Bäume wachſen, und in welcher die Thiere und Pflanzen durch allmälige Fäulniß aufgelöſet werden. Man findet aber auch dergleichen Dammerde in einer gewiſſen Tiefe der Erdoberfläche unter andern Schichten. Die Schichten ſelbſt, die über einander liegen, ſind ebenfalls nicht, wie bey den Flötzgebirgen nach ihren ſpecifiſchen Schweren geordnet. Die Produkte, welche dergleichen Gebirge enthalten, ſind vorzüglich der Torf, und die einzige noch bekannte Metallart, der Raſeneiſenſtein. Was die Seifengebirge betrifft, ſo findet man dieſe vorzüglich in den Schluften und weiten Thälern der hohen uranfänglichen Gebirge, und enthalten mehrentheils Geſchiebe von Quarz, Granit, Glimmerſchiefer u. d. g. Steinarten, welche oft in abgeſonderten Lagen, oft aber auch mit Thon und Lehm verbunden angetroffen werden. In dieſen Gebirgen findet man oft Edelſteine, Granitgeſchiebe, Quarzgeſchiebe mit eingemiſchtem Zinnſtein, Eiſenſteingeſchiebe und Goldſand.

Zu der vierten Hauptklaſſe der Gebirge gehören die **Vulkane** oder die **feuerſpeyenden Gebirge**, wovon aber unter dem Artikel **Vulkane** weitläuftiger gehandelt werden ſoll.

Was den Nutzen der Berge auf unſerer Erdfläche betrifft, ſo iſt dieſer gewiß von keiner Kleinigkeit. In einer eigenen Schrift handelt hiervon **Bertrand** *). Es fällt in die Augen, daß durch die Berge die Oberfläche der Erde vermehret werde, und daß ſie uns mannigfaltige Produkte an Gewächſen und Thieren geben, die ihnen ganz eigen ſind. Welches entzückende Vergnügen gewähren uns aber auch die Berge nicht mit Abwechſelung der Thäler, da uns das einförmige ſo gar bald verdießlich und zu wichtigen Geſchäften untauglich macht. Ferner ſchützen die Berge manche Gegenden gegen ſchädliche Winde, geben aber auch den Winden Gelegenheit, die ſchädlichen Dünſte von denjenigen Oertern, welche in Thälern liegen, durch einen Luftzug mit fortzunehmen, und die Luft beſtändig rein zu halten. Sie ſind aber auch ferner die Stätte der Metalle und anderer wichtigen Mineralien. Endlich geben ſie die großen Waſſerbehälter ab, aus welchen die nie verſiegenden Quellen der Bäche und Flüſſe ihren Urſprung nehmen.

M. ſ. P. S. *Pallas* obſervations ſur la formation des montagnes à St. Petersbourg 1777. 4. überſetzt in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. B. I. S. 131. Anmerk. darüber ebendaſ. B. II. S. 175. **Torb. Bergmann** phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel a. d. Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1780. 4. *I. A. de Luc* lettres phyſiques et morales ſur l'hiſtoire de la terre et de l'homme à la Haye 1779. T. I-V gr. 8. abgekürzt überſetzt: **J. A. de Lüc** phyſik. und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen B. I. II. Leipzig 1781. 8. **L. Haidingers** Entwurf einer ſyſtematiſchen Eintheilung der Gebirgsarten, ein Verſuch zur Beantwortung der von Ruſſiſch. Kaiſerl. Akadem. der Wiſſenſch. für das Jahr 1785. aufgegebenen Frage, welcher den Preis erhalten. Petersburg 1786. 4. Auch in den phyſiſchen Arbeiten einträchtiger Freunde. 2ter Jahrg. 2tes Quartal. Wien 1787. 4.

Berge

*) Eſſai ſur les uſages des montagnes. Zuric 1754. 8.

Berge, feuerſpeyende, ſ. Vulkane.

Bergketten, Bergreihen, Bergrücken, ſ. Berge.

Bergharz, Bergöl, Bergpech, Bergtheer, ſ. Erdharze.

Berlinerblauſäure, Blauſäure (acidum caerulei berolinenſis, acidum pruſſicum, acide pruſſique) iſt eine zuſammengeſetzte thieriſche Säure, welche ein Beſtandtheil des ſo genannten Berlinerblau ausmacht. Wenn nämlich die Kohle der thieriſchen Körper, z. E. des Blutes, der Knochen, der Muskelfaſern u. ſ. f. in verſchloſſenen Gefäßen mit feuerbeſtändigem Alkali geglühet, und hieraus eine Lauge mit Waſſer ausgezogen wird, ſo erhält dieſe wäſſerige Lauge die merkwürdige Eigenſchaft, in den ſauern Eiſenauflöſungen das Eiſen ſchön blau niederzuſchlagen. Dieſer Niederſchlag wird das **Berlinerblau**, oder nach dem neueren Syſteme, das **preuſſiſche Blau** genannt. Der Erfinder dieſes Berlinerblaues war ein Färber zu Berlin, Nahmens **Diesbach**, welcher durch einen Zufall dieſe Farbe entdeckte, indem er zur Fällung der abgekochten Cochenille mit Eiſenvitriol und Alaun von **Dippeln** Alkali erhielt, über welches dieſer ſein thieriſches Oel rektificiret hatte. **Dippel** machte das Verfahren ſelbſt einfacher. Hernach wurde dieſe blaue Farbe unter dem Nahmen des Berlinerblau durch die berliner Akademie im Jahre 1710, ohne ihre Bereitungsart anzugeben, bekannt [α]). Im Jahre 1724 aber eröffnete **Woodward** [β]) eine Verfahrungsart, welche man nachher leichter, wohlfeiler und beſſer einzurichten gelernet hat. **Macquer** [γ]) ſtellte verſchiedene Verſuche mit dem Berlinerblau an, und glaubt aus dieſen ſchließen zu können, daß das Berlinerblau ein mit Brennbaren überſättigtes Eiſen, und die Blutlauge, welche es niederſchlägt, nach der Hypotheſe dieſes Chemikers ein phlogiſti-

α) Notitia caerulei Berolinenſis nuper inuenti in den Miſcell. berolinenſ. T. I. S. 380.

β) Philoſoph. transact. num. 381. S. 15.

γ) Examen chymique du bleu de Pruſſe, a. d. mémoir. de l'Acad. roy. des ſc. 1752. S. 60. deſſelben Chymiſch. Wörterbuch Th. I. S. 286. ff.

phlogiſtiſirtes Alkali (alcali phlogiſticatum) ſey. Allein dieſe macquerſche Theorie, welche anfänglich ſo vielen Beyfall fand, ward dadurch widerleget, daß nicht alle brennbare Körper die Alkalien zur Blutlauge machen. Im Jahre 1772 machte **Sage** α) eine Abhandlung über die Blutlauge bekannt, in welcher er behauptete, ſie ſey ein thieriſches Salz. Es werde nämlich das Alkali durch eine eigene thieriſche Säure, nämlich der Phosphorſäure des Blutes und dem Brennbaren, ein Neutralſalz. Selbſt **Bergmann** β) ſtimmte dieſer Meinung bey, und hielt das färbende Weſen der Blutlauge für eine animaliſche Säure, welche vorher im Blute gegenwärtig geweſen, und an das Alkali übergegangen wäre. Endlich ſtellte **Scheele** γ) mit der Blutlauge und dem Berlinerblau genauere Verſuche an, und fand Mittel, das färbende Weſen beſonders darzuſtellen. Dieſes Weſen zeigt ſich weder als eine Säure, noch als Alkali gegen Reagentien. Es verwandelt weder die Lackmustinktur in roth, noch ſtellt es die blaue Farbe der gerötheten wieder her. Weil es aber die Auflöſung der Säuren und die Schwefelleber trübt, und auf Alkalien, Erden und metalliſche Halbſäuren wirkt, ſo hat er ihm doch den Nahmen der **Berlinerblauſäure** oder der **färbenden Säure** gegeben. Das neuere Syſtem hat ebenfalls dieſe Säuren unter dem Nahmen **Blauſäure, preuſſiſche Säure** unter den animaliſchen Säuren aufgeführet, und die Verbindungen, welche dieſe Säure mit Erden und Alkali und Metallen eingehet, Pruſſiates genannt. Aus verſchiedenen Verſuchen folgert **Scheele**, daß das färbende Weſen des Berlinerblaues zuſammengeſetzet ſey, aus Ammoniak und einer zarten kohlenartigen Materie, weil man die Blutlauge auch aus Pflanzenkohlen, Alkali und Salmiak bereiten

α) Examen du ſel animal, connu ſous les noms d'alkali phlogiſtique, d'alkali ſavonneux de *Geoffroy* in d. act. acad. elect. Mogunt. J. 1776. S. 64. ff.

β) In Scheffers chemiſchen Vorleſungen. S. 262 f.

γ) Verſuche über die färbende Materie im Berlinerblau in den ſchwediſchen Abhandl. v. J. 1782 1783. in d. mémoir. de Chymie p. Mr. *Scheele*. P. II. S. 141. ff. 165. ff.

bereiten kann. Daß die Blauſäure aus einer Miſchung von Ammoniak und Kohle beſtehe, wird durch die neueren Erfahrungen des **Clouet** [α]) beſtätiget. Er trieb nämlich ätzendes Ammoniak durch ein mit fein gepulverter Pflanzenkohle angefülltes und glühend gemachtes porcellanenes Rohr, und erhielt Blauſäure, welche mit freyem Ammoniak verbunden war. Nach **Berthollet** [β]) Verſuchen iſt es nicht wahrſcheinlich, daß das Ammoniak die Grundlage ſelbſt der Blauſäure ausmache, ſondern daß nur ſeine Beſtandtheile darin enthalten ſind. Es wären demnach, nach dem neuern Syſteme, die Beſtandtheile der Blutſäure Waſſerſtoff, Stickſtoff und Kohlenſtoff. Zu dieſen Beſtandtheilen hat auch Herr **Weſtrumb** [γ]) einen neuen gefunden, nämlich die phosphorſaure Grundlage, welche ſchon **Sage**, aber unvollkommen, zeigte. Ob aber auch Sauerſtoff in der Blauſäure enthalten iſt, kann noch nicht entſchieden werden.

M. ſ. **Gren** ſyſtemat. Handbuch der geſamt. Chemie, B. II. Halle 1794. §. 1506 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. S. 335.

Bernſteinſäure (acidum ſuccini ſ. ſuccinicum, acide ſuccinique) iſt eine eigene Säure, welche aus dem Bernſtein erhalten wird. Deſtilliret man nämlich Bernſtein aus einer Retorte bey gelindem Feuer, ſo ſublimiret ſich die Bernſteinſäure in feſter Geſtalt in dem Halſe der Retorte. Man trocknet ſie nach der Deſtillation auf Löſchpapier, und reiniget ſie durch wiederhohlte Auflöſung und Kryſtalliſation von dem empyrevmatiſchen Oele. Im ganz reinen Zuſtande ſieht ſie völlig weiß aus, und iſt von Geſchmack ſehr ſauer. Im kalten Waſſer und Alkohol löſet ſie ſich ſchwer auf, leichter im warmen Waſſer. Weil es noch unbekannt iſt, zu welchem

α) Mémoire ſur la compoſition de la matière colorante du bleu de Pruſſe in den annales de chymie T. XI. S. 30. ff.

β) Extrait d'un mémoire ſur l'acide pruſſique in d. Annal. de chym. T. I. S. 30. ff. überſ. in Crells chemiſch. Annal. 1790. B. I. S. 166. ff.

γ) Einige Verſuche über die Beſtandtheile des Blutes und deſſen Lauge in Crells neueſt. Entdeck. Th. XII. S. 136 f.

chem Naturreiche der Bernſtein gehöret, ſo rechnen einige die Bernſteinſäure zu den vegetabiliſchen, andere zu den thieriſchen Säuren. Nach dem neueren Syſteme ſind ihre Grundlagen Waſſerſtoff und Kohlenſtoff, und die Verbindungen dieſer Säure mit den Alkalien und Erden erhalten den Nahmen *Succinates*.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie B. III. Halle 1795. §. 2082 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſt. Chemie. Berlin 1795. S. 334.

Beſchleunigende Kraft, ſ. **Kraft, beſchleunigende**.

Beſchleunigte Bewegung, ſ. **Bewegung, beſchleunigte**.

Beſchleunigung (acceleratio, accélération) iſt die Zunahme der Geſchwindigkeit eines in Bewegung begriffenen Körpers. Da die Größe der Geſchwindigkeit ganz allein von dem Wege abhängt, welchen ein Körper in einer als Eins angenommenen Zeit durchläuft, ſo kann auch nur eine Beſchleunigung alsdann Statt finden, wenn der Körper in jedem folgenden dem vorhergehenden gleichen Zeittheile einen größern Weg zurücke leget. Es läßt ſich hierbey folgender Unterſchied gedenken: entweder iſt die Zunahme der Geſchwindigkeit in jedem folgenden gleichen Zeittheile gleich oder ungleich groß; im erſtern Falle heißt die Beſchleunigung **gleichförmig** (aequabilis, vniformis), im zweyten Falle aber **ungleichförmig** (inaequabilis, difformis). **Verzögerung** der Geſchwindigkeit bewegter Körper kann als eine negative Beſchleunigung betrachtet werden.

Ein jeder Körper, als Gegenſtand äußerer Sinne, kann keine Veränderung im Raume erleiden, als durch Bewegung. Ohne zureichenden Grund kann aber ein Körper weder aus der Ruhe in Bewegung, noch aus der Bewegung in Ruhe geſetzet werden. Die Urſache läßt ſich jedoch unmöglich in dem Körper ſelbſt ſuchen, weil er ſchlechthin keine innern Beſtimmungen zur Ruhe und Bewegung hat. Es muß alſo alle Veränderung des Körpers, mithin auch die Be-

ſchleuni-

ſchleunigung, auf äußere einwirkende Kraft gegründet ſeyn. Man muß folglich eine jede Bewegung, mithin auch die Beſchleunigung bewegter Körper als bloße Wirkung der von äußern herrührenden Kräften betrachten. Wenn z. E. ein ſich ganz frey überlaſſener Körper von einer gewiſſen Höhe gegen die Erde herabfällt, ſo muß auf ſelbigen eine äußere Kraft wirken; da nun hier die Erfahrung lehret, daß hier die Beſchleunigung gleichförmig iſt, ſo folgt auch, daß dieſe Kraft ſtetig und ununterbrochen denſelben afficire. Die Erfahrung, daß die Körper mit Beſchleunigung von gewiſſen Höhen auf die Erde herabfallen, iſt ohne Zweifel ſchon in den alleräſteſten Zeiten gemacht worden; allein die Geſetze ihres Fallens waren ganz unbekannt. Es war dem Galilei vorbehalten, dieſe wichtige Entdeckung zu machen. Dieſe Geſetze wurden nachher erſt durch einen **Newton** mit der ſtrengſten Schärfe erwieſen, und auf die erhabenſten Naturerſcheinungen angewendet. Es folgten aber auch hieraus folgende überaus wichtige Sätze.

1. Ein jeder in Bewegung verſetzte Körper muß in derſelben Richtung mit derſelben Geſchwindigkeit gleichförmig beharren, ohne Beſchleunigung, wenn ihn nicht eine andere Urſache aus dieſem Zuſtande bringt.
2. Wenn ſich die Geſchwindigkeit eines ein Mahl in Bewegung begriffenen Körpers oder auch derſelben Richtung ändert, ſo muß auch eine äußere Kraft da ſeyn, welche dieſe Veränderung bewirkt. Es kann daher die Geſchwindigkeit eines bewegten Körpers nicht anders zunehmen, als wenn eine neue Wirkung der Kraft hinzukömmt. Demnach ſetzt die Beſchleunigung in jedem Zeittheile eine neue Einwirkung der Kraft voraus, und zwar nach der Richtung der Bewegung ſelbſt, denn im Gegentheile würde die Wirkung der Kraft Verzögerung hervorbringen.
3. Wenn folglich ein Körper mit gleichförmiger Beſchleunigung fortgehen ſoll, ſo muß auch in jedem Augenblicke eine mit der Beſchleunigung im gleichen Grade

wachſende Kraft unmittelbar auf ihn wirken. Iſt aber die Beſchleunigung ungleichförmig, ſo iſt auch die in jedem Augenblicke einwirkende Kraft ungleich.

Mehreres hierher gehöriges wird unter den Artikeln **Bewegung, beſchleunigte** und **Fall der Körper** vorkommen.

Beſtandtheile (partes conſtitutiuae ſ. conſtituentes corporum, parties et principes des corps) ſind diejenigen Theile eines uns vorkommenden gleichartigen Körpers, aus welchen derſelbe zuſammengeſetzet iſt, und welche bloß durch chemiſche Scheidung darſtellbar gemacht werden können. Bey der Theilung eines Körpers unterſcheidet man die **phyſiſche** oder **mechaniſche** von der **chemiſchen**, welche letztere auch **Scheidung**, **Zerlegung** oder **Zerſetzung** genennet wird. Bey der mechaniſchen Theilung, welche bloß durch äußere Kräfte, als z. B. Stoßen, Reiben, Drucken u. ſ. f. bewirket wird, erhält man allemahl Theile, welche nicht nur unter ſich, ſondern auch dem Ganzen in ihrer Natur nach ähnlich, in Anſehung der Größe aber von einander verſchieden ſind. Die chemiſche Theilung hingegen gibt ſolche Theile, welche weder dem Ganzen nach unter ſich ſelbſt in ihrer Eigenſchaft und ihrer Natur ähnlich ſind, ſondern nur in ihrer Verbindung das Ganze ausmachen, und eben dieſe Theile heißen **Beſtandtheile**, aber auch **Grundſtoffe**. Mehrentheils ſind dieſe Beſtandtheile noch nicht ſo einfach, daß ſie aus weiter keinen ungleichartigen Stoffen beſtehen ſollten. Enthalten ſie wirklich noch ungleichartige Stoffe, ſo heißen ſie **nähere Beſtandtheile** (partes conſtitutiuae proximae), und ihre weiteren ungleichartigen Theile **entfernte Beſtandtheile** (partes conſtitutiuae remotae). Diejenigen Beſtandtheile, welche aus weiter keinen ungleichartigen Theilen zuſammen geſetzet ſind, nennt man **Elemente, Urſtoffe, Uranfänge** (principia prima, elementa). M. ſ. **Elemente.**

Beugung des Lichtes (inflexio ſ. diffractio lucis, inflexion ou diffraction de la lumière) iſt die Ablenkung der Lichtſtrahlen von ihrem geraden Wege, wenn ſie nahe am Rande eines Körpers vorbeygehen, indem ſie entweder von demſelben gleichſam angezogen oder davon abgeſtoßen werden. Dieſe Eigenſchaft des Lichtes ward in der Mitte des ſiebenzehenten Jahrhunderts vom **P. Grimaldi** *) zuerſt entdeckt. Er ließ in einem verfinſterten Zimmer durch ein kleines Loch Licht einfallen, welches einen Lichtkegel bildete; da er nun in ſelbigen entfernt vom Loche einen dunkeln Körper hielt, ſo bemerkte er den Schatten, welchen dieſer Körper warf, breiter, als er nach der Berechnung hätte ſeyn ſollen, wenn das Licht in gerader Linie ſich fortgepflanzet hätte. Um den Schatten nahm er auch farbige Lichtſtreifen wahr, welche er auch innerhalb desſelben bemerkte. **Newton**, im dritten Buche ſeiner Optik, hat noch mehrere Verſuche über die Beugung des Lichtes angeſtellt. Er brachte zwey ſcharfe Meſſerſchneiden in einer Entfernung von etwa $\frac{1}{400}$ Zoll von einander, und ließ zwiſchen ſelbige einen Lichtſtrahl hindurch, hier bemerkte er, daß ſich der Strahl in zwey Theile theilte, und in der Mitte zwiſchen den beyden Meſſerſchneiden einen dunkeln Schatten ließ, welcher deſto breiter wurde, je näher er die Meſſerſchneiden zuſammenbrachte, bis zuletzt bey Berührung derſelben alles Licht verſchwand. Zugleich bemerkte er auf jeder Seite des Schattens farbige Lichtſtreifen. Mit der Unterſuchung der Beugung des Lichtes haben ſich nachher noch verſchiedene andere beſchäftiget; aber noch keine Geſetze auffinden können, nach welchen ſich die Beugung des Lichtes richtete. Vielleicht iſt die Urſache dieſes Phänomens noch darin zu ſuchen, daß die Lichtmaterie, welche an dem angehaltenen Körper vorbeyſtreichen ſoll, mehr als der etwas entferntere von demſelben angezogen, in der Oberfläche des Körpers mehr gebrochen, und nachher in unſer Auge reflektiret

*) Phyſico-matheſis de lumine, coloribus et iride, aliisque adnexis. Bonon. 1665. 4.

tiret werde, wodurch die Theilung des Lichtes in farbige Strahlen verwandelt wird.

Bewegbarkeit, Beweglichkeit (mobilitas, mobilité) iſt die Fähigkeit der Körper, ſich bewegen zu laſſen. Die Erfahrung lehret, daß es keinen Körper in der Welt giebt, welcher nicht durch Einwirkung hinreichender Kräfte beweget werden könnte; daher betrachtet man auch die Beweglichkeit als eine allgemeine Eigenſchaft der Körper. Bey der Bewegung ſelbſt aber muß man auf die Verbindung der Theile eines Körpers ſehen; denn es können nur einige Theile eines Körpers beweglich ſeyn, ohne daß die ganze Maſſe in Bewegung kömmt. So können z. B. bey flüſſigen Körpern Theile derſelben durch irgend eine Kraft in Bewegung verſetzet werden, ohne daß die ganzen flüſſigen Körper beweget werden. Auch können durch gewiſſe mechaniſche Anordnungen Theile, welche gehörig zuſammengeordnet ſind, beweglich ſeyn, wenn gleich das Ganze nicht beweget wird. So ſind z. B. die Räder in einer Uhr beweglich, wenn es gleich die ganze Uhr nicht iſt. Allein hieraus folgt doch keinesweges, daß die unbewegten Theile gar keiner Beweglichkeit fähig wären.

Bewegung (motus, mouvement). Hierunter verſteht man gemeiniglich eine ſtete Veränderung des Ortes, beſſer und beſtimmter wird ſie aber erkläret durch die Veränderung der äußern Verhältniſſe im Raume. Denn es kann ſich ein Körper bewegen, ohne ſeinen Ort zu verändern. Der Ort eines Körpers iſt allemahl ein Punkt. Will man z. B. die Entfernung der Erde von der Sonne wiſſen, ſo ſucht man nicht die gerade Linie irgend eines Punktes auf der Oberfläche, oder im Inwendigen der Erde, nach irgend einem Punkte in der Sonne, ſondern man mißt die gerade Linie zwiſchen den Mittelpunkten beyder Körper, folglich iſt von jedem dieſer Körper nur ein Punkt, welcher den Ort ausmacht. Drehet ſich nun die Erde um ihre Axe, ſo beweget ſie ſich, und gleichwohl verändert ſie ihren Ort nicht; aber ihr Verhältniß zum äußern Raume verändert ſich doch. Nur

von

von einem einzigen Punkte, welcher beweget wird, kann man ſagen, daß Bewegung jederzeit Veränderung des Ortes ſey. Würde alſo die Erde als bewegt angenommen, indem ſie ſich nämlich um die Sonne drehet, ſo würde auch nun die Erklärung der Bewegung als eine ſtete Veränderung des Ortes hinreichen. Wenn man über die Bewegung gründlich urtheilen will, ſo iſt man ſchlechterdings genöthiget, metaphyſiſche Unterſuchungen zuerſt anzuſtellen. Denn hierdurch ſind wir erſt im Stande, die Geſetze der Bewegung bis auf die aller einfachſten Fälle zu entwickeln. Wollen wir die Metaphyſik ganz aus der Phyſik verbannen, wie die meiſten Naturforſcher zu thun ſich bemühen, ſo ſind wir nicht beſſer daran wie ein Blinder, welcher von einem Orte zum andern von irgend jemanden geführet wird; wenn er aber nur etwas Kopf hat, ſo wird er doch auch wiſſen wollen, wer ihn führet.

Von der Bewegung der Materie im Rayme können wir nicht anders als durch Erfahrung überzeuget werden. Da nun aber in aller Erfahrung etwas empfunden werden muß, ſo folgt auch, daß ſelbſt der Raum, in welchem über Bewegungen Erfahrungen angeſtellet werden ſollen, empfunden werden müſſe, und eben dieſer Raum als empfindbares Objekt heißt der **materielle** oder **empiriſche Raum**. Dieſer Raum, als materiell, iſt folglich ſelbſt beweglich. Ein beweglicher Raum aber ſetzt einen andern materiellen Raum voraus, worin ſeine Bewegung wahrgenommen werden kann, dieſer wieder einen andern u. ſ. f. bis ins Unendliche. Es folgt demnach hieraus, daß alle Bewegung, welche wir erfahren, bloß relativ iſt. Ein **abſoluter Raum** d. h. ein ſolcher, welcher nicht materiell iſt, mithin auch kein Gegenſtand der Erfahrung ſeyn kann, hat gar keine Realität, und iſt folglich an ſich nichts, ſondern er bedeutet nur einen jeden andern relativen Raum, in welchem der gegebene als bewegt angenommen, und welcher, wenn es nöthig iſt, unendlich weit hinausgerücket werden kann. Weil man nun von einem ſolchen Raume, welcher an und für ſich materiell iſt, in Gedanken von der Materie, die ihn bezeichnet, abſtrahi-

ret, und ſich bloß alle Bewegung darin gedenkt, ſo ſtellt man ſich ihn als einen abſoluten oder reinen Raum nur vor, und nimmt ihn völlig als unbeweglich an.

Die Bewegung eines Körpers iſt in Anſehung auf die Veränderung oder Lage anderer Körper entweder eine **eigene** (proprius) oder **gemeinſchaftliche** Bewegung (communis). Bey jener verändert ein einziger Körper das Verhältniß im Raume gegen die übrigen, bey dieſer aber bewegen ſich alle Körper zugleich mit. Wenn demnach verſchiedene Körper eine gemeinſchaftliche Bewegung beſitzen, welche alle einerley Lage gegen einander behalten, ſo können wir auch die Bewegung gar nicht wahrnehmen, es ſcheint uns, als wenn gar keine Bewegung Statt hätte. Nur diejenigen Körper ſcheinen ſich zu bewegen, welche ſich von andern Körpern, die ſcheinbarlich ruhen, entweder entfernen, oder ſich denſelben nähern. Dieſe Bewegung nennt man daher auch die **ſcheinbare Bewegung**. Ein jeder Körper aber, welcher in Bewegung iſt, muß nothwendig einen andern Theil des Raumes, in welchem er ſich beweget, annehmen, und eben die Länge dieſes Raumes, welchen ein Körper durchläuft, nennt man ſeinen **Weg**. Wenn ſich alle Theile eines Körpers auf einerley Art bewegen, ſo braucht man nur die Bewegung eines einzigen phyſiſchen Punktes zu betrachten, und man kann ſelbſt den Körper als einen einzigen Punkt annehmen. Den Weg alſo, welchen ein Körper in dieſer letzten Vorausſetzung durchläuft, kann man als eine Linie gelten laſſen, die ſo wohl gerade als krumm ſeyn kann. Iſt der Weg eine gerade Linie, ſo heißt alsdann die Lage dieſer geraden Linie die **Richtung** der Bewegung, iſt aber der Weg eine krumme Linie, ſo ändert der Punkt ſeine Richtung beſtändig, und wenn er ſich in dem Augenblicke in einem Punkte der krummen Linie befindet, ſo kömmt ſeine Richtung mit derjenigen geraden Linie überein, welche die krumme Linie in dieſem Punkte berühret, und von nun an in dieſer Linie ſich fortbewegen würde, wenn ſein Weg ſich nicht von eben dieſem Augenblicke an weiter krümmte. Bey jeder Bewegung

verfließet eine Zeit, binnen welcher er aus der einen Stelle in die andere übergehet. Man ſetze den ganzen Weg, welchen ein phyſiſcher Punkt durchläuft, = ſ und die Zeit, die er dazu gebrauchet, = t, ſo erhellet, daß er in jedem Augenblicke bey der Bewegung eine Zeit erfordert, welche ein Theilchen von t iſt. Hat nun der Punkt den ganzen Weg ſ zurückgeleget, ſo wird auch die Summe aller Zeittheilchen, welche er dazu gebrauchet = t ſeyn müſſen. Die Vergleichung des Raumes und der Zeit gibt den Begriff von der **Geſchwindigkeit.** Man verſteht darunter den Weg, welchen der Punkt in einer als Eins angenommenen Zeit zurückleget.

Bewegungen überhaupt können entweder **drehend**, ohne Veränderung des Ortes, oder **fortſchreitend**, dieſe aber entweder den Raum **erweiternd**, oder auf einem gegebenen Raum **eingeſchränkte** Bewegungen ſeyn. Von der erſtern Art ſind die **geradlinichten** oder auch **krummlinichten** in ſich **nicht zurückkehrenden** Bewegungen; die von der zweyten ſind die in ſich **zurückkehrenden.** Die letztern ſind wiederum entweder **circulirende** oder **oſcillirende** d. i. Kreis- oder ſchwankende Bewegungen. Die erſtern legen eben denſelben Raum immer in derſelben Richtung, die zweyten immer wechſelsweiſe in entgegengeſetzter Richtung, wie ſchwankende Pendeln, zurück. Zu beyden Bewegungen gehöret noch die **bebende** (tremulus), welche keine fortſchreitende Bewegung eines Körpers, jedoch aber eine reciprocirende Bewegung einer Materie iſt, welche dabey ihre Stelle im Ganzen nicht verändert, wie die Bebungen einer geſchlagenen Glocke, oder die Zitterungen einer durch den Schall in Bewegung geſetzten Luft. In Rückſicht der Geſchwindigkeit ſind die Bewegungen entweder **gleichförmig**, oder **ungleichförmig, veränderlich**; bey der erſtern ſind bey gleichen Zeittheilen auch die Geſchwindigkeiten gleich groß, bey der andern aber nicht. Bey der veränderten Bewegung kann in jedem folgenden gleichen Zeittheilchen die Geſchwindigkeit größer oder kleiner werden; da alsdann die

Bewegung eine **beſchleunigte** oder **verzögerte** Bewegung genennet wird. Bey beyden endlich kann die Zu- und Abnahme der Geſchwindigkeit gleich groß oder ungleich groß ſeyn, und die Bewegungen heißen ſodann **gleichförmig** oder **ungleichförmig beſchleunigte**, und **gleichförmig** oder **ungleichförmig verzögerte**.

Es iſt nun vor allen Dingen nöthig, diejenigen Geſetze der Bewegung aufzuſuchen, bey welchen dem Körper keine andere Eigenſchaft als die Beweglichkeit beygeleget wird. In dieſer Vorausſetzung kann alſo ein jeder Körper als ein Punkt betrachtet werden, und man nimmt noch gar keine Rückſicht auf die Größe des Beweglichen d. i. auf die Menge der Materie, oder auf ſonſtige innere Beſchaffenheit derſelben, ſondern man hat es ganz allein mit der Bewegung d. i. mit der Geſchwindigkeit und Richtung zu thun. Die erſten Unterſuchungen alſo, welche von nun an angeſtellet werden, gehören zur reinen Größenlehre der Bewegung.

Ruhe heißt Beharrlichkeit an demſelben Orte, **Beharrlichkeit** aber iſt der Zuſtand deſſen, was eine Zeit hindurch dauert. Man nehme an, es bewege ſich ein Körper mit gleichförmiger Geſchwindigkeit in einer gegebenen Zeit (fig. 47.) von a bis b, ſo wird er in jedem Punkte dieſer Linie einen Augenblick ſeyn. Unmöglich kann er aber in einem ſolchen Punkte als ruhig betrachtet werden, denn er iſt nur in ſo fern daſelbſt gegenwärtig, als er ſich bewegt. Man nehme ferner an, der Körper bewege ſich mit gleichförmiger Geſchwindigkeit zuerſt von a nach b, und in gleicher Zeit von b nach a zurück, ſo daß auch nicht der kleinſte Theil der Zeit auf die Gegenwart des Körpers in b verwendet wird, ſo läßt ſich die Bewegung von b nach a ohne den geringſten Zuwachs der Bewegungen in die Bewegung nach der Richtung b c verwandeln, und es wird ſodann der Körper nach dem Vorigen in b nicht als ruhig, ſondern als bewegt angenommen werden müſſen. Hieraus folgt alſo, daß er auch in der von b nach a zurückkehrenden Bewegung in b als bewegt angeſehen werden muß, obgleich in dem Augenblicke,

da beyde Bewegungen in b gemein ſind, ein völliger Mangel der Bewegung gedacht werden muß. Wenn alſo Ruhe als Mangel der Bewegung erkläret würde, ſo würde in einem jeden Punkte, wie z. B. in b, der gleichförmigen Bewegung Ruhe Statt finden, weil nach der Vorausſetzung auch nicht der kleinſte Theil der Zeit, wie bey der fortſchreitenden Bewegung, auf die Gegenwart des Körpers verwendet wird. Dagegen ſtelle man ſich vor, der Körper bewege ſich von a nach b mit gleichförmig verzögerter, und von b nach a zurück mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung, ſo wird er in dem Augenblicke, da er in b angelangt iſt, ſeine ganze Geſchwindigkeit verloren haben, und von eben dieſem Augenblicke an eine der vorigen Bewegung entgegen geſetzte mit gleichförmig beſchleunigter Geſchwindigkeit erhalten. Ob nun gleich hier ebenfalls, wie bey der gleichförmigen Bewegung, in dem Punkte b beyde Bewegungen nur durch einen Augenblick getrennt werden, ſo muß man doch in b Ruhe annehmen. Der Grund hiervon liegt im Folgenden: man muß annehmen, daß der Körper in b ſeine Geſchwindigkeit nicht gänzlich verloren hat, ſondern nur bis zu einem Grade, der kleiner als jede noch ſo kleine gegebene Geſchwindigkeit iſt, mit welcher er immer noch fortſchreitend einen Raum, welcher kleiner als jeder noch ſo kleine zu beſtimmende Raum iſt, gleichförmig bey noch ſo großer gegebenen Zeit durchlaufen, mithin nun ſeinen Ort verändern würde. Demnach wird er in eine Beharrlichkeit an dieſem Orte d. i. in Ruhe verſetzt, obgleich ſelbige durch die ſtete Einwirkung des veränderten Zuſtandes mit beſchleunigter Bewegung wieder aufgehoben wird. Denn die Begriffe, in Beharrlichkeit an demſelben Orte ſeyn und darin beharren, ſind verſchieden, und thun einander gar keinen Eintrag. Es muß daher Ruhe nicht als Mangel der Bewegung, ſondern als Beharrlichkeit an demſelben Orte definiret werden.

Wenn der Körper A ſich gleichförmig beweget, ſo ſetze man den Weg, welchen er in der Zeit t zurückleget, $= ſ$, und die dazu gehörige Geſchwindigkeit $= c$, ſo hat man

 $ſ = ct$,

$ſ = ct$, d. h. der Weg iſt ſo groß als das Produkt der Geſchwindigkeit in die Zeit. Aus $ſ = ct$ ergibt ſich noch $t = \frac{ſ}{c}$ und $c = \frac{ſ}{t}$.

Ferner bewege ſich ein anderer Körper B in der Zeit T durch den Raum S mit der gleichförmigen Geſchwindigkeit C, ſo hat man auch $S = CT$ und $T = \frac{S}{C}$ und $C = \frac{S}{T}$.

Es läßt ſich alſo ſchließen

$$ſ : S = ct : CT = \frac{c}{T} : \frac{C}{t} = \frac{t}{C} : \frac{T}{c}.$$

Wäre $c = C$ oder es wären die Geſchwindigkeiten gleich groß, ſo hat man

$$ſ : S = t : T.$$

Wäre aber $ſ = S$ oder es wären die Wege gleich groß, ſo folgt $ct = CT$, mithin $c : C = T : t$.

Hieraus ergeben ſich folgende Regeln:

1) Die Wege, welche zwey Körper mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten und verſchiedenen Zeiten gleichförmig durchlaufen, verhalten ſich wie die Produkte aus den Zeiten in die Geſchwindigkeiten, oder wie die Geſchwindigkeiten durch die Zeiten verkehrt dividiret, oder wie die Zeiten durch die verkehrten Geſchwindigkeiten dividiret.

2) Wenn die Geſchwindigkeiten gleich ſind, ſo verhalten ſich die Wege wie die Zeiten.

3) Sind die Wege gleich, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten verkehrt wie die Zeiten.

Weil ferner $c = \frac{ſ}{t}$ und $C = \frac{S}{T}$, ſo folgt auch

$$c : C = \frac{ſ}{t} : \frac{S}{T} = ſT : St = \frac{T}{S} : \frac{t}{ſ}.$$

Wäre $t = T$, d. h. wären die Zeiten gleich, ſo iſt

$$c : C = ſ : S.$$

Dieß

Dieß gibt folgende Regeln:

1) Die Geſchwindigkeiten, womit zwey Körper in verſchiedenen Zeiten, verſchiedene Wege gleichförmig zurücklegen, verhalten ſich wie die Wege durch die Zeiten dividiret, oder wie die Produkte der Wege in die verkehrten Zeiten, oder wie die verkehrten Zeiten durch die verkehrten Wege dividiret.

2) Wenn die Zeiten gleich ſind, ſo verhalten ſich die Geſchwindigkeiten wie die Wege.

Da endlich auch $t = \frac{ſ}{c}$ und $T = \frac{S}{C}$, ſo hat man auch

$$t : T = \frac{ſ}{c} : \frac{S}{C} = ſC : Sc = \frac{C}{S} : \frac{c}{ſ},$$ d. h.

die Zeiten, während welcher zwey verſchiedene Körper mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten ungleiche Räume durchlaufen, verhalten ſich zu einander wie die Räume durch die Zeiten dividiret, oder wie die Produkte der Räume in die verkehrten Geſchwindigkeiten, oder wie die verkehrten Geſchwindigkeiten durch die verkehrten Wege dividiret.

Bey der gleichförmig beſchleunigten Bewegung durchlaufe ein Körper binnen der Zeit t den Weg (fig. 28.) ab, in dem Augenblicke aber, da er in b ankömmt, bewege er ſich nun mit der in b erhaltenen Geſchwindigkeit gleichförmig in der geraden Linie bf fort; würde nun ſeine Bewegung noch eben ſo lange wie vorher dauren, oder ſeine Bewegung erforderte auch noch die Zeit t, ſo wird bf doppelt ſo groß als ab ſeyn. Setzte man alſo die Geſchwindigkeit, welche der Körper in b erlangt hat, $= c$, ſo wird $be = \frac{1}{2} bf = \frac{1}{2} c$ ſeyn. Wenn der Körper gleich anfänglich in a die Geſchwindigkeit $\frac{1}{2} c$ gehabt hätte, ſo würde es bloß darauf ankommen zu erweiſen, daß der Körper mit der Geſchwindigkeit $\frac{1}{2} c$ in eben der Zeit t den Weg $ab = be$ gleichförmig durchlaufen haben würde, in welcher er ſelbigen mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung zurückgeleget hat. Es iſt klar, daß der Körper in der erſten Hälfte der Zeit, alſo in $\frac{1}{2} t$, mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung einen Weg

zurücklegt, welcher kleiner als $\frac{1}{2}$ ab iſt, weil ſeine Geſchwindigkeit bis dahin kleiner als $\frac{1}{2}$ c; es iſt aber auch klar, daß er in der andern Zeithälfte einen Weg durchläuft, welcher größer als $\frac{1}{2}$ ab iſt, weil nun ſeine Geſchwindigkeit größer als $\frac{1}{2}$ c. Da aber die Geſchwindigkeiten nach dem Geſetze der Stetigkeit wachſen, und ihre Differenzen auf beiden Seiten vom mittleren Zeitpunkte angerechnet in gleichen Entfernungen gleich ſeyn müſſen, indem der Körper in der erſten Hälfte der Zeit um eben ſo viel weniger wie $\frac{1}{2}$ ab, als er in der andern Hälfte der Zeit mehr durchlaufen muß, ſo folgt, daß auch die Differenzen der durchlaufenen Wege in beiden Zeitpunkten gleich ſeyn müſſen. Daher wird der Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung den Weg ab in der Zeit t zurücklegen, welchen er in eben der Zeit mit der Geſchwindigkeit $\frac{1}{2}$ c gleichförmig durchlaufen haben würde. Weil folglich $ab = be$, ſo iſt auch $2ab = 2be = bf$. Man ſetze überhaupt den Weg, welchen ein gleichförmig beſchleunigter Körper in der Zeit t zurücklegt, $= ſ$ und die nach dieſer Zeit erhaltene Geſchwindigkeit $= c$, ſo iſt $2ſ = ct$, folglich $ſ = \frac{1}{2}ct$, und $\frac{2ſ}{t} = c$ und $\frac{2ſ}{c} = t$. Wenn alſo von den drey Größen ſ, c, t zwey bekannt ſind, ſo läßt ſich die dritte allemahl ſehr leicht finden. Bewegt ſich nun ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Geſchwindigkeit in der erſten Zeitſekunde durch den Weg (fig. 49) ab, ſo wird ſeine nach dieſer Zeit erhaltene Geſchwindigkeit $= 2ab$ ſeyn, mit welcher er nun den Weg $be = 2ab$ in der andern Zeitſekunde gleichförmig durchlaufen könnte; wegen der Beſchleunigung aber durchläuft er noch den Weg $ef = ab$, folglich wird der ganze in der andern Zeitſekunde zurückgelegte Weg $= bf = 3ab$, und daher der in den beiden Sekunden zurückgelegte Weg $= bf = 4ab$ ſeyn. Eben ſo groß iſt nun die nach der zweyten Sekunde erhaltene Geſchwindigkeit, folglich wird er in der dritten Zeitſekunde den Weg $fh = fg + gh = 4ab + ab = 5ab$, und in allen dreyen Zeitſekunden den ganzen Weg $ah = ag + gh = 9ab$ zurücklegen.

legen. Es wird alſo der mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung zurückgelegte Weg des Körpers ſeyn,

nach 1 Sekunde $= ab$
— 2 —— $= 3ab + ab = 4ab$
— 3 —— $= 5ab + 3ab + ab = 9ab$
— 4 —— $= 7ab + 5ab + 3ab + ab = 16ab$
u. ſ. u. ſ.

Hieraus ergibt ſich nun das bey der gleichförmig beſchleunigten Bewegung eines Körpers allgemeine Geſetz:

Die Wege, welche ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung durchläuft, verhalten ſich zu einander, wie die Quadratzahlen der verfloſſenen Zeiten.

Es ſey alſo ſ der Weg, welchen ein gleichförmig beſchleunigter Körper in der Zeit t, und S ein Weg, welchen ein anderer Körper in der Zeit T zurückgelegt hat, ſo iſt

$$ſ : S = t^2 : T^2$$

Setzt man ferner die nach t Zeit erhaltene Geſchwindigkeit $= c$, und die nach der Zeit T erlangte $= C$, ſo hat man

$$t : T = c : C,\ \text{folglich auch}$$
$$t^2 : T^2 = c^2 : C^2,\ \text{und daher}$$
$$ſ : S = c^2 : C^2$$

und hieraus folgt das andere allgemeine Geſetz der gleichförmig beſchleunigten Bewegung:

Die Wege verhalten ſich auch wie die Quadratzahlen der während der Bewegung erlangten Geſchwindigkeiten.

Dieſe Geſetze ſucht man auch durch Hülfe eines rechtwinkligen Dreyecks zu beweiſen. Man ſtelle ſich nämlich eine Zeit in eben ſo viel gleiche Theile getheilt vor, als die Linie (fig. 50.) ac gleiche Theile wie ad, de, ef, fg u. ſ. enthält, ſo werden die Linien ik, hl, gm u. ſ. die Wege vorſtellen, welche der gleichförmig beſchleunigte Körper in dem erſten, zweyten, dritten u. ſ. Zeittheile durchläuft. Um alſo den ganzen Weg zu finden, welchen ein Körper nach einer gewiſſen gegebenen Zeit von ſolchen Zeittheilen zurückgelegt hat, muß man eine eben ſo große Zahl von Linien wie ik, hl, gm u. ſ. als Zeittheile gegeben ſind, zuſammen addiren.

ren. Man nehme die Theile ci, ih u. ſ. folglich auch die gleichen Zeittheile als unendlich klein an, ſo wird der ganze Weg, welchen der Körper in der Zeit af zurücklegt, gleich ſeyn, der Summe aller zwiſchen c und fn unendlich nahe an einander gezogenen geraden Linien, welche das ganze Dreyeck cfn ausmachen. Auf eben dieſe Weiſe wird der ganze Weg, welchen der Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung in der ganzen Zeit ca zurücklegt, dem ganzen Dreyecke abc gleich ſeyn. Demnach verhalten ſich beide Wege wie die Dreyecke cfn und cab, oder, weil dieſe ähnlichen Dreyecke ſich wie die Quadrate der gleichnahmigen Seiten verhalten $= cf^2 : ca^2$, d. h. wie die Quadrate der Zeiten.

Es folget hieraus, daß die Wege, welche ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung in gleichen Zeittheilen hinter einander zurücklegt, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11 u. ſ. zunehmen, oder er wird im zweiten Zeittheile einen dreymahl, im dritten einen fünfmahl, im vierten einen ſiebenmahl u. ſ. ſo großen Weg zurücklegen, als im erſten Zeittheile.

Hätte der Körper in der erſten Zeitſekunde den Weg $= g$ mit beſchleunigter Bewegung zurückgelegt, ſo würde er nun, wenn die Beſchleunigung auf ihn zu wirken aufhörte, in der andern Sekunde den Weg $2g$ mit gleichförmiger Bewegung durchlaufen, d. h. ſeine Geſchwindigkeit würde $2g$ ſeyn. Wenn alſo g bekannt wäre, ſo ließe ſich in der Gleichung $ſ = \frac{1}{2}ct$ die Geſchwindigkeit c beſtimmen, indem man anſetzen kann

$1 : t = 2g : c$, und daher $c = 2gt$.

Hieraus ergibt ſich aber auch $ſ = gt^2$, und aus $c = 2gt$ findet man noch $t = \frac{c}{2g}$ und auch $ſ = \frac{c^2}{4g}$.

Aus den beiden Gleichungen $ſ = \frac{1}{2}ct$ und $c = 2gt$ mit den daraus hergeleiteten $ſ = gt^2$ und $ſ = \frac{c^2}{4g}$ läßt ſich

eine

eine jede von den drey Größen ſ, c, t aus einer der beiden andern finden.

1) Iſt die Zeit gegeben, ſo findet man den Weg nach der Gleichung $ſ = gt^2$.

2) Iſt die Geſchwindigkeit gegeben, ſo findet man den Weg nach der Gleichung $ſ = \frac{c^2}{4g}$.

3) Iſt die Zeit gegeben, ſo findet man die Geſchwindigkeit nach der Gleichung $c = 2gt$.

4) Iſt der Weg gegeben, ſo findet man die Geſchwindigkeit aus der Gleichung $ſ = \frac{c^2}{4g}$. Denn man erhält daraus $4gſ = c^2$ und $c = 2\sqrt{gſ}$.

5) Iſt der Weg gegeben, ſo findet man die Zeit nach der Gleichung $ſ = gt^2$. Denn dieſe Gleichung gibt $\frac{ſ}{g} = t^2$ und $t = \sqrt{\frac{ſ}{g}}$.

6) Iſt die Geſchwindigkeit gegeben, ſo findet man die Zeit nach der Gleichung $c = 2gt$. Denn dieſe gibt $t = \frac{c}{2g}$.

Bey der **gleichförmig verzögerten Bewegung** eines Körpers ſey die anfängliche Geſchwindigkeit $= c$, mit welcher er den Raum ſ in der Zeit t zurücklegt, und nach Verlauf dieſer Zeit t beſitze er noch die Geſchwindigkeit v; ſo iſt klar, daß die Verzögerung dem bewegten Körper eben ſo viele Geſchwindigkeit entziehet, als die Beſchleunigung demſelben in eben ſo vieler Zeit zuſetzet. Demnach wird die Geſchwindigkeit c in der Zeit um den Theil $2gt$ vermindert, und nach Verlauf der Zeit t hat der Körper noch die Geſchwindigkeit $v = c - 2gt$. Wenn die Verzögerung der Bewegung nicht entgegen wirkte, ſo würde der Körper mit gleichförmiger Bewegung den Weg ct zurückgelegt haben. In eben ſo vieler Zeit aber wird der Weg um gt^2 vermindert, alſo findet man den in der Zeit t zurückgelegten Weg

des

des gleichförmig verzögerten Körpers $ſ = ct - gt^2 = (c - gt)t$. Aus der Gleichung $v = c - 2gt$, findet man $c = 2gt + v$. Setzt man dieſen Werth in die vorige Gleichung, ſo ergibt ſich

$$ſ = (2gt + v - gt)t \text{ oder } ſ = (gt + v)t.$$

Eben dieſe Gleichung $v = c - 2gt$ gibt auch $gt = \frac{c-v}{2}$, und $t = \frac{c-v}{2g}$. Wenn auch dieſer Werth in die Gleichung $ſ = (gt + v)t$ geſetzet wird, ſo erhält man

$$ſ = \left(\frac{c-v}{2} + v\right)\frac{c-v}{2g} \text{ oder}$$

$$ſ = \left(\frac{c+v}{2}\right)\frac{c-v}{2g} = \frac{c^2-v^2}{4g}.$$

Aus dieſen beiden Gleichungen $v = c - 2gt$ und $ſ = ct - gt^2$ mit den beiden daraus hergeleiteten $ſ = (gt + v)t$ und $ſ = \frac{c^2-v^2}{4g}$ läßt ſich von den vier Größen $c, t, v, ſ$ eine jede aus zweyen der übrigen beſtimmen.

1) Wenn die anfängliche Geſchwindigkeit c nebſt dem Wege $ſ$ gegeben worden, ſo findet man

a. die Zeit t nach der Gleichung $ſ = ct - gt^2$. Dieſe gibt nämlich

$$gt^2 - ct = -ſ, \text{ oder}$$

$$t^2 - \frac{c}{g}t = -\frac{ſ}{g} \text{ und}$$

$$t = \frac{+c \pm \sqrt{(-4ſg + c^2)}}{2g}.$$

b. Die übriggebliebene Geſchwindigkeit v nach der Gleichung $ſ = \frac{c^2-v^2}{4g}$. Man erhält nämlich hieraus

$$4gſ = c^2 - v^2 \text{ und}$$

$$c^2 - 4gſ = v^2 \text{ und daher}$$

$$v = \sqrt{(c^2 - 4gſ)}.$$

2) Wenn die anfängliche Geſchwindigkeit c nebſt der übriggebliebenen v gegeben iſt, ſo findet man

a. den zurückgelegten Weg ſ nach der Gleichung $ſ = \frac{c^2 - v^2}{4g}$.

b. Die Zeit t nach der Gleichung $v = c - 2gt$. Man hat nämlich hieraus $c - v = 2gt$ und $t = \frac{c-v}{2g}$.

3) Wenn die Zeit t nebſt dem zurückgelegten Weg gegeben worden, ſo findet man

a. die anfängliche Geſchwindigkeit c aus der Gleichung $ſ = t(c - gt)$. Dieſe gibt nämlich $ſ + gt^2 = ct$ und $\frac{ſ + gt^2}{t} = c$ oder $\frac{ſ}{t} + gt = c$.

b. Die übriggebliebene Geſchwindigkeit v nach der Gleichung $ſ = (gt + v)t$. Hieraus erhält man nämlich $ſ - gt^2 = vt$, und $\frac{ſ}{t} - gt = v$.

4) Wenn die übriggebliebene Geſchwindigkeit v nebſt dem Wege ſ gegeben worden, ſo findet man

a. die anfängliche Geſchwindigkeit c nach der Gleichung $ſ = \frac{c^2 - v^2}{4g}$. Dieſe gibt nämlich $4gſ = c^2 - v^2$ und $4gſ + v^2 = c^2$ und $c = \sqrt{(4gſ + v^2)}$.

b. Die Zeit t nach der Gleichung $ſ = gt^2 + vt$. Hieraus hat man nämlich $t^2 + \frac{v}{g}t = \frac{ſ}{g}$ und $t = \frac{-v \mp \sqrt{(4gſ \mp v^2)}}{2g}$.

5) Wenn die Zeit t nebſt der übriggebliebenen Geſchwindigkeit v gegeben iſt, ſo findet man

a. die anfängliche Geſchwindigkeit c nach der Gleichung $v = c - 2gt$. Man hat nämlich hieraus $c = 2gt + v$.

b. Den Weg ſ nach der Gleichung $ſ = (gt + v)t$.

Iſt

Iſt ein Körper mit einer gleichförmig verzögerten Bewegung eine Zeitlang fortgegangen, ſo muß die anfängliche Geſchwindigkeit endlich ein Mahl durch die Verzögerung völlig aufhören, ſo daß $v = o$ wird. Will man die Bewegung des Körpers bis dahin rechnen, ſo muß man in den vorigen Formeln o ſtatt v ſetzen, und es wird ſ der ganze Weg ſeyn, welchen der Körper mit ſeiner anfänglich genommenen Richtung in der Zeit t durchläuft. Demnach verwandelt ſich nun $v = c - 2gt$ in $o = c - 2gt$ und $c = 2gt$. Eben ſo wird $ſ = (gt + v)t = gt^2$ und $ſ = \frac{c^2 - v^2}{4g} = \frac{c^2}{4g}$. Hieraus iſt es leicht zu begreifen, daß der Weg, welchen ein gleichförmig verzögerter Körper mit der Geſchwindigkeit c durchzulaufen anfängt, gerade ſo groß als der Weg, welchen er mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung, und am Ende die nämliche Geſchwindigkeit c erlanget hat.

Weil alle Bewegung als Gegenſtand der Erfahrung relativ iſt, ſo kann der Raum, in welchem die Bewegung geſchiehet und folglich materiell ſeyn muß, entweder als ruhig oder als bewegt betrachtet werden. Das erſtere geſchiehet, wenn außer dieſem Raume kein anderer ihn einſchließender iſt gegeben worden. Das andere aber, wenn außer dieſem Raume noch ein anderer, in welchem er als beweglich gedacht wird, und welcher ihn einſchließt, gegeben iſt. Es iſt aber ſchlechterdings unmöglich, von einem materiellen Raume zu unterſcheiden, ob er in einem andern ihn einſchließenden größeren Raume vielleicht beweglich ſey oder nicht, daher iſt es auch für alle Erfahrung und ſelbſt für ihre Folge einerley, ob man einen Körper im Raume als bewegt, oder ſelbigen als ruhig, im Gegentheil aber den Raum in entgegengeſetzter Richtung mit gleicher Geſchwindigkeit als bewegt anſehen will; jedoch wird hier alle Bewegung geradlinig angenommen. Man kann daher auch bey der Bewegung eines Körpers in einem materiellen Raume einen Theil der gegebenen Geſchwindigkeit dem Körper,

den

den andern Theil aber dem Raume in entgegengeſetzter Richtung zuſchreiben, und es werden dieſe zwey mit einander verbundenen Bewegungen, in Anſehung der Erfahrung und der daraus gemachten Folgen, mit derjenigen Bewegung einerley ſeyn, wo man dem Körper die ganze Geſchwindigkeit allein und dem Raume Ruhe, oder wenn man dem Körper Ruhe, und dem Raume die ganze Geſchwindigkeit, aber in entgegengeſetzter Richtung, beylegen.

Zuſammengeſezte Bewegung iſt die Vorſtellung einer einzigen Bewegung eines Punktes als einer ſolchen, welche zwey oder mehrere Bewegungen in ſich begreift. Es kann folglich keine Zuſammenſetzung der Bewegung anders Statt finden, als daß zwey oder mehrere Bewegungen eines und eben deſſelben Punktes zuſammen eine einzige Bewegung ausmachen, aber nicht in ſo fern ſie als Urſachen dieſe Bewegung als Wirkung hervorbringen, welches äußere Urſachen erfordert, von welchen hier noch abſtrahiret wird. Uebrigens iſt es nur nöthig, diejenige Bewegung zu ſuchen, welche aus zweyen Bewegungen zuſammengeſezt iſt, weil ſich alle Bewegungen in der Zuſammenſetzung auf zwey zurückführen laſſen. Zwey Bewegungen eines einzigen Punktes aber, welche an demſelben zugleich angetroffen werden, ſo, daß dadurch eine zuſammengeſetzte Bewegung entſtehet, können auf eine doppelte Art geſchehen: ſie erfolgen nämlich entweder in ein und derſelben geraden Linie, oder in verſchiedenen Linien zugleich, welche einen Winkel einſchließen; die erſtern ſind wiederum in Anſehung ihrer Richtung entweder einander entgegengeſetzet, oder ſie erfolgen in einerley Richtung. Daher gibt es überhaupt bey der Zuſammenſetzung der Bewegung drey Fälle: 1) da zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtung eine daraus zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen; 2) da zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in entgegengeſetzter Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, und 3) da zwey Bewegungen eines Punktes in verſchiedenen Linien, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Be-

wegung ausmachen ſollen. Es kann aber die Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen eines und des nämlichen Punktes nur dadurch gedacht werden, daß die eine Bewegung im abſoluten Raume, ſtatt der andern aber eine Bewegung des relativen Raumes mit gleicher Geſchwindigkeit in entgegengeſetzter Richtung vorgeſtellet wird. Um dieſen Satz gehörig zu beweiſen, ſo wird es nöthig ſeyn, ihn bey allen vorerwähnten Fällen darzuthun.

Erſter Fall. Wenn zwey an ein und eben demſelben Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung geben ſollen. Man ſetze, es ſeyn (fig. 51.) ab und ef zwey Geſchwindigkeiten, welche in einer einzigen Geſchwindigkeit der Bewegung enthalten ſeyn ſollen. Hier iſt es nun unmöglich, daß dieſe beyden Geſchwindigkeiten in ein und eben demſelben Raume, entweder dem abſoluten oder relativen Raume, an demſelben Punkte zugleich vorgeſtellet werden können. Denn die Geſchwindigkeit ab und ef ſind nichts weiter als die Wege, welche die Punkte in gleichen Zeiten durchlaufen. Wenn alſo beyde Geſchwindigkeiten in ein und eben demſelben Raume an einem Punkte in einer einzigen Geſchwindigkeit enthalten ſeyn ſollten, ſo müßte die Zuſammenſetzung dieſer Wege ab und ef d. i. die Linie ad als die Summe beyder Wege beyde Geſchwindigkeiten zuſammen ausdrücken. Aber alsdann würde keiner von dieſen Theilen ab und bd die Geſchwindigkeit ef vorſtellen, weil ſie nicht in gleicher Zeit wie ef zurückgeleget würden; folglich kann auch die ganze Linie ad, welche in eben der Zeit zurückgeleget wird, wie die Linie ef, nicht beyde Geſchwindigkeiten ab und ef vorſtellen, wie doch nach der Vorausſetzung erfordert würde. Demnach kann die Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen in einerley Richtung in ein und eben dem Raume nicht gedacht werden. Im Gegentheile ſtelle man ſich vor, der Punkt bewege ſich mit der Geſchwindigkeit ab im abſoluten Raume, und über dieß der relative Raum mit der Geſchwindigkeit ef = bd aber in entgegengeſetzter Richtung fe = db, ſo iſt dieß eben ſo viel,

als

als ob man dem Punkte dieſe Geſchwindigkeit in der Richtung a b gegeben hätte. Aber nun bewegt ſich auch der Punkt durch beyde Linien a b und e f = a d zuſammengenommen in eben der Zeit, in welcher er die Linien e f allein würde durchlaufen haben, und doch iſt ſeine Geſchwindigkeit als die Summe beyder Geſchwindigkeiten a b und e f dargeſtellet worden, welches eben verlangt wird.

Zweyter Fall. Wenn zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einer entgegengeſetzten Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen. Man ſetze (fig. 52.) a b ſey die eine von den Bewegungen und a d die andere, welche jener gerade entgegengeſetzet iſt. Hier iſt es ſchon für ſich klar, daß zwey Bewegungen eines Punktes in ein und eben demſelben Raume zugleich nicht gedacht werden können; folglich iſt auch eine Zuſammenſetzung zweyer Bewegungen in dieſem Falle unmöglich. Hingegen ſtelle man ſich die Bewegung des Punktes nach der Richtung a b im abſoluten Raume, und die Bewegung des relativen Raumes in entgegengeſetzter Richtung d a mit der nämlichen Geſchwindigkeit vor, welche mit der Bewegung des Punktes nach der Richtung a d als einerley betrachtet werden kann; ſo laſſen ſich zwey gerade entgegengeſetzte Bewegungen ein und des nämlichen Punktes zu gleicher Zeit vorſtellen, welches verlangt wird.

Dritter Fall. Wenn zwey Bewegungen eines Punktes in verſchiedenen Linien, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen ſollen. Geſetzt es gehen die beyden Bewegungen nach den Richtungen (fig. 53.) a b und a d, welche den Winkel b a d einſchließen. Sollten nun die beyden Bewegungen nach den Richtungen a b und a d in ein und dem nämlichen Raume geſchehen, ſo würden ſie doch nicht in beyden Linien und a d zugleich geſchehen können, ſondern in Linien, welche mit dieſen parallel ſind. Man müßte demnach annehmen, daß eine von dieſen beyden Bewegungen die andere in ihrer Bahn verändere, wenn gleich die Richtungen von beyden die nämlichen blieben. Dieß iſt

aber der Vorausſetzung zuwider: denn es ſollen die aus zweyen mit einander zuſammengeſetzten Bewegungen mit einer dritten einerley ſeyn, ſie ſollen aber nicht eine dritte ſo hervorbringen, daß die eine erſt die andere in ihrer Bahn verändere. Im Gegentheil ſtelle man ſich vor, der Punkt a bewege ſich nach der Richtung ad im abſoluten Raume, ſtatt der Bewegung nach der Richtung ab aber der relative Raum mit eben der Geſchwindigkeit in der entgegengeſetzten Richtung ba, ſo wird dieſe Bewegung mit der Bewegung des Punktes nach der Richtung ab als völlig einerley gelten. Die Linie ad ſey in drey gleiche Theile an, no und od getheilet. In der Zeit, da der Punkt den Weg an zurückleget, legt der relative Raum und mit ihm der Punkt den Weg nk = fa zurück; in der Zeit, da der Punkt den Weg ao zurücklegt, durchläuft der relative Raum und hiermit zugleich der Punkt den Weg ol = ha; in der Zeit endlich, da der Punkt den Weg ad durchläuft, legt der relative Raum den Weg dm = ab zurück. Alles dieß iſt aber eben ſo viel, als wenn der Punkt in den drey Zeittheilen die Wege ng, oi und de und in der ganzen Zeit, da er den Weg ad durchläuft, den Weg de = ab durchlaufen hätte. Hieraus folget, daß der Punkt im letzten Augenblicke der Zeit in dem Punkte e ſich befinde, und daß er während der ganzen Zeit nach und nach in allen Punkten der Diagonallinie ae geweſen iſt. Demnach druckt ae die zuſammengeſetzte Bewegung der beyden Bewegungen ab und ad aus.

Wenn zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einerley Richtungen eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, ſo iſt die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung der Summe der Geſchwindigkeiten der einfachen Bewegung gleich. Druckt nämlich die Linie (fig. 51.) ab die eine und bd die andere Geſchwindigkeit aus, ſo iſt die daraus zuſammengeſetzte Geſchwindigkeit = ab + bd = ad; folglich wird auch die zuſammengeſetzte Bewegung in der Hälfte der Zeit = $\frac{1}{2}$ ad u. ſ. ſeyn. Es verhalten ſich demnach bey zuſammengeſetzten Bewegungen die Wege wie die Zeiten,

wenn die Bewegungen gleichförmig fortgehen. Wenn aber zwey an einem Punkte verbundene Bewegungen in einer gerade entgegengeſetzten Richtung eine zuſammengeſetzte Bewegung ausmachen, ſo muß dieſe der Differenz beyder einfachen Bewegungen, folglich auch die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung dem Unterſchiede der Geſchwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen gleich ſeyn. Druckt (fig. 52.) nämlich die Linie ab die eine und ad die andere Geſchwindigkeit aus, ſo iſt die zuſammengeſetzte Geſchwindigkeit $= ab - ad$. Wäre $ab = ad$ mithin $ab - ad = 0$, ſo würde alsdann der Punkt in eine Beharrlichkeit an demſelben Orte alſo in Ruhe kommen und ſich gar nicht bewegen. Iſt ab poſitiv, mithin ad negativ, und über dieß $ab > ad$, ſo wird auch $ab - ad$ poſitiv und die zuſammengeſetzte Bewegung geht von der Rechten gegen die Linke; wäre endlich $ab < ad$, ſo wird $ab - ad$ negativ, und die Bewegung erfolgt von der Linken gegen die Rechte. Wenn endlich zwey Bewegungen eines Punktes nach verſchiedenen Richtungen, welche einen Winkel einſchließen, eine zuſammengeſetzte Bewegung geben, ſo iſt ſelbige alle Mahl kleiner als die Summe der beyden einfachen Bewegungen, mithin muß auch die Geſchwindigkeit der zuſammengeſetzten Bewegung kleiner als die Summe der Geſchwindigkeiten beyder einfachen Bewegungen ſeyn. Denn es iſt die Diagonallinie ae (fig. 53.) allemahl kleiner als $ad + ab$, nach Beweiſen der Geometrie. Wenn die beyden Bewegungen nach den Richtungen ab und ad gleichförmig beſchleuniget werden, ſo muß auch die daraus zuſammengeſetzte Bewegung oe eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung ſeyn. Legt nämlich der Punkt a nach der Richtung ab binnen einem Augenblicke den Weg ſ, in der Richtung ad aber den Weg r zurück, ſo wird er in dem andern gleichen Augenblicke nach der Richtung ab den Weg 3 ſ, und nach der Richtung ad den Weg 3 r; in dem dritten Augenblicke nach der Richtung ab den Weg 5 ſ, und nach der andern Richtung den Weg 5 r zurücklegen. Folglich verhalten ſich die zurückgelegten

Wege wie ſ : r, und es ſind alle gleichförmig beſchleunigte Bewegungen einander ähnlich. Weil nun ag : gn wie gi : no wie ie : od, ſo verändert ſich auch die zuſammengeſetzte Bewegung nach der Richtung ae wie die einfache Bewegung nach der Richtung ad: folglich iſt auch dieſe zuſammengeſetzte Bewegung eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung.

Bey den bisherigen Unterſuchungen ſind die Geſetze der Bewegung ganz rein, folglich ohne ihnen beywohnende Kräfte entwickelt worden. In dieſer Rückſicht war man auch befugt, einen jeden Körper als einen Punkt anzunehmen, und man hatte es bloß mit der Bewegung, und was daraus folgt, nämlich Geſchwindigkeit und Richtung, zu thun. Es erfordert allerdings der wiſſenſchaftliche Vortrag, wie **Kant** *) gezeiget hat, daß die Zuſammenſetzung der Bewegung, welche von allen Schriftſtellern bloß mechaniſch durch äußere einwirkende Kräfte bewieſen worden, aus der reinen Größenlehre der Bewegung dargethan werden müſſe. Es lehret aber die Erfahrung, daß kein einziger Körper ſich von ſelbſt beweget, ſondern beſtändig im Zuſtande der Ruhe verbleibet. Eine jede Bewegung erfordert alſo eine Urſache, welche ſie hervorbringt. Eine ſolche Urſache, welche Bewegung hervorbringt oder hemmt, heißt überhaupt **Kraft**, und der Erfolg davon die **Wirkung**. Wenn alſo ein durch irgend eine Kraft bewegter Körper ſich nach irgend einer Richtung hinbeweget, und er trifft in ſelbiger einen andern Körper, ſo beſtrebet ſich jener offenbar, in den Raum, oder doch wenigſtens in einen Theil desſelben, worin der andere Körper enthalten iſt, einzudringen. Weil aber dieſer Raum mit Materie angefüllt iſt, mithin dem Eindringen des Körpers widerſtehet, ſo wird die Bewegung des erſten Körpers eine Verminderung erleiden müſſen. Eben dieſer Erfolg wird ſich zeigen, wenn auch dieſer Körper nur ein Beſtreben hätte, in den Raum des andern Körpers einzudringen, folglich nur die Ausdehnung desſelben verringern und die Materie noch nicht aus der Stelle

treiben

*) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. Riga 1787. gr. 8. S. 20 u. f.

treiben und ſelbſt in Bewegung ſetzen wollte. Wenn man alſo gründlich über die Bewegung bewegter Materie urtheilen will, ſo muß eigentlich die Materie als ein Bewegliches in ſo fern betrachtet werden, als es einen Widerſtand leiſtet, wenn ihre Ausdehnung durch das Eindringen eines andern Beweglichen vermindert werden ſoll. Dieſes wird aber dem Artikel **Grundkräfte** vorbehalten.

Soll hingegen die Materie ſelbſt aus ihrem Orte vertrieben werden, ſo muß auch eine äußere Kraft auf ſie wirken; dadurch wird ſie aber ſelbſt bewegende Kraft erlangen, und vermöge dieſer andern Materien, welche ihrer Bewegung in der geraden Linie vor ihr im Wege liegen, gleichmäßige Bewegung mittheilen. Es iſt aber unmöglich, daß eine Materie, welche in Bewegung iſt, bewegende Kraft beſitzen könne, wenn nicht urſprüngliche Kräfte der Materie zukommen, welche alſo noch vor der Bewegung der bewegten Materie vorausgehen. Denn alsdann wird es erſt begreiflich, wie eine bewegte Materie durch ihre bewegende Kraft einer andern ihre Bewegung mittheilen, und ſie folglich ſelbſt in Bewegung ſetzen könne. Wenn aber eine bewegte Materie einer andern Bewegung mittheilet, ſo geſchiehet dieſe Mittheilung entweder ſo, daß jene Materie in dieſe nach der Mittheilung der Bewegung in ihrer bewegenden Kraft noch fortwirkt, oder nicht. Im erſteren Falle heißt ſie ein **Druck** (preſſio), im andern aber ein **Stoß** (percuſſio). M. ſ. **Mittheilung der Bewegung, Druck, Stoß.**

Die Größe der Bewegung bewegter Körper hängt von der bewegten Maſſe und Geſchwindigkeit zugleich ab. Wenn ſich nämlich zwey Körper von gleichviel bewegter Maſſe mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen, ſo ſind offenbar beyde Bewegungen gleich groß. Beweget ſich aber einer von dieſen beyden Körpern, die gleichviel Materie haben, mit noch ein Mahl, drey Mahl u. ſ. ſo großer Geſchwindigkeit, als der andere, ſo wird auch die Bewegung des erſtern noch ein Mahl, drey Mahl u. ſ. ſo groß ſeyn, als die des andern. Hieraus folgen dieſe Geſetze:

1. Die Größen der Bewegungen zweyer Körper von gleich vieler Materie verhalten ſich wie ihre Geſchwindigkeiten.
2. Die Größen der Bewegungen bey gleichen Geſchwindigkeiten verhalten ſich wie die Maſſen.
3. Bey ungleichen Maſſen verhalten ſich die Größen der Bewegungen wie die Produkte aus der Quantität der Materien in die Geſchwindigkeiten, und
4. die Größen zweyer Bewegungen müſſen gleich groß ſeyn, wenn ſich die bewegten Materien umgekehrt wie ihre Geſchwindigkeiten verhalten.

Man ſetze die Größen der Bewegungen zweyer Körper P und p, ihre Geſchwindigkeiten C und c, und ihre Maſſen M und m, ſo hat man

nach 1. $P:p = C:c$, wenn $M = m$

nach 2. $P:p = M:m$, wenn $C = c$

Nimmt man nun noch einen dritten Körper an, deſſen Geſchwindigkeit $= c$, die Maſſe M, und die Größe der Bewegung $= q$, ſo iſt

für den erſten und dritten nach 1. $P:q = C:c$

für den zweyten und dritten nach 2. $q:p = M:m$

folglich für den erſten u. zweyten $P:p = CM:cm$

Wäre endlich $P = p$, ſo muß auch $CM = cm$ ſeyn, und das gibt

$$C:c = m:M.$$

Das erſte allgemeine Geſetz der Bewegung bewegter Materie iſt:

Ein jeder Körper verbleibet immerfort in dem Zuſtande der Ruhe oder der Bewegung, in derſelben Richtung mit derſelben Geſchwindigkeit, wenn ihn nicht eine äußere Urſache aus dieſem bringt.

Das Geſetz wird auch das **Geſetz der Trägheit** (lex inertiae) genannt, und ſoll davon unter dem Artikel **Trägheit** weiter gehandelt werden.

Das zweyte allgemeine Geſetz iſt:

Eine jede Veränderung in Anſehung der Geſchwindigkeit oder der Richtung einer Bewegung iſt

iſt der bewegenden Kraft proportional, und erfolgt allemahl nach der Richtung dieſer Kraft. Denn es kann offenbar die Geſchwindigkeit in der Bewegung nicht mehr zunehmen, als die bewegende Kraft mehr Geſchwindigkeit hat, und die veränderte Richtung muß nach derjenigen Richtung geſchehen, nach welcher die bewegende Kraft treibt, weil nach dieſer hinzugehen ein zureichender Grund da iſt. Soll alſo ein Körper mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung fortgehen, ſo muß auch in jedem Augenblicke eine mit Acceleration im gleichen Grade wachſende Kraft unmittelbar auf ihn wirken. M. ſ. **Kraft, bewegende** und **beſchleunigende.**

Das dritte allgemeine Geſetz iſt:

In aller Mittheilung der Bewegung ſind Wirkung und Gegenwirkung beſtändig einander gleich. M. ſ. **Mittheilung der Bewegung.**

Das vierte Geſetz iſt:

Zwey gleiche Kräfte, welche in einerley Zeit auf einen Körper nach gerade entgegen geſetzten Richtungen wirken, heben ſich einander auf, und verurſachen keine Bewegung.

Das fünfte Geſetz iſt:

Zwey ungleiche Kräfte, welche in einerley Zeit auf einen Körper nach gerade entgegen geſetzter Richtung wirken, heben ſich einander nicht auf, ſondern es folget eine Bewegung nach der Richtung der größern Kraft, und zwar mit der Differenz beyder Kräfte.

Das ſechste Geſetz iſt:

Wenn ein Körper von zwey Kräften zugleich nach der Lage der Seiten eines Parallelogramms angetrieben wird, ſo beweget er ſich durch die Diagonallinie in eben der Zeit, worin er die Seiten durchlaufen hätte, welche die Richtungen der beyden Kräfte abgeben.

Man kann eine jede geradlinichte Bewegung ſo betrachten, als wenn ſie von zwey Körpern bewirket wäre, deren Richtungen einen Winkel einſchließen, zwiſchen welchen alſo jene geradlinichte Bewegung als Wirkung der beyden Seitenkräfte anzuſehen wäre, weil eine jede gerade Linie als die Diagonallinie eines Parallellogramms betrachtet werden kann. Daher läßt ſich auch eine jede Kraft in zwey andere zerlegen, welche zuſammen eben die Wirkung, wie jene einzige hervorbringen.

Ein jeder bewegter Körper muß vermöge ſeiner Trägheit in ſeiner Bewegung eine gerade Linie durchlaufen, und in dieſer geradlinichten Bewegung ſo lange verbleiben, bis eine äußere Urſache auf ihn wirkt, und eine Veränderung in dieſer Bewegung hervorbringet. Wenn alſo ein Körper in einer krummen Bahn ſich beweget, ſo kann man allemahl mit Sicherheit ſchließen, daß eine äußere Kraft ununterbrochen auf ihn wirken müſſe, um ſelbigen in der krummen Bahn zu erhalten; denn außerdem würde er ſich, ſo bald die Kraft auf ihn zu wirken aufhörte, in einer geraden Linie fortbewegen, welche als eine Tangente in dem Punkte der krummen Linie zu betrachten iſt, wo die Kraft unwirkſam geworden. Es ſey nämlich (fig. 53.) ad ein Bogen, in welchem ſich ein Körper beweget, ab ſey für den Punkt a die Tangente dieſes Bogens, ac ſenkrecht auf ab, und ae ſenkrecht auf cb, ſo hat man nach geometriſchen Beweiſen be : ea = ea : ec. Iſt nun der Bogen ad unendlich klein, in welchem der Körper in einem unendlich kleinen Augenblicke ſich beweget, ſo muß ea, mithin auch der Bogen ad in Vergleichung mit ce, und be in Vergleichung mit ea unendlich klein ſeyn. Nun verhält ſich ae : eb = ſin. tot: tang. eab, folglich iſt auch der Winkel eab unendlich klein. Es iſt demnach die Tangente ab von den Bogen ad der Länge nach unendlich wenig verſchieden. Denn weil der Winkel eab unendlich klein iſt, ſo iſt ea mit ab parallel. Daraus folgt, daß man den unendlich kleinen Bogen als gerade, und als den Theil ab der Tangente betrachten kann. So bald demnach der

der bewegte Körper in a iſt, ſo fängt er daſelbſt an, in der geraden Linie ab fortzugehen, und er würde wirklich in dieſer Tangente ſich fortbewegen, wenn von dieſem Augenblicke an die Kraft, welche ihn beſtändig ſeine Richtung zu verändern nöthiget, auf ihn zu wirken aufhörte. Es kann die Richtung derjenigen Kraft, welche den bewegten Körper von der geradlinichten Bahn ablenkt, und in einer krummen Linie ſich fortzubewegen nöthiget, nach einem unveränderlichen Punkte gerichtet ſeyn. Weil nun die Richtungen beyder Kräfte, nämlich der bewegenden Kraft des bewegten Körpers, und derjenigen, welche dieſen von dem geraden Wege ablenket, einen Winkel einſchließen, ſo kann man ſich vorſtellen, daß die Bewegung des Körpers nach der Diagonallinie erfolge, jedoch ſo, daß ſelbige unendlich klein ſey, und daß er folglich in jedem Punkte ſeiner Bahn unendlich kleine Diagonallinien durchlaufen müſſe, weil die eine Kraft, die ihn beſtändig nach einem Punkte treibet, ſtetig von der geradlinichten Bahn ablenket. Eine ſolche krummlinichte Bewegung nennt man eine **Centralbewegung**, und die Kräfte **Centralkräfte**. M. ſ. die Artikel **Centralbewegung** und **Centralkräfte**.

Alle Bewegung, ſie mag geradlinicht oder krummlinicht ſeyn, iſt eigentlich nur in der Erſcheinung gegeben, weil ſie bloß durch äußere Sinne erkannt wird. Damit nun das Bewegliche im Raume als ſolches ein Gegenſtand der Erfahrung werde, muß die Materie ſelbſt in Anſehung der Bewegung, welche ihr als Prädikat zukommt, als beſtimmt gedacht werden. Bey der Bewegung, als Veränderung der äußern Verhältniſſe im Raume, kann aber auf zweyerley Rückſicht genommen werden, wovon das eine eben ſo gut wie das andere in Anſehung der Veränderung im Raume Statt finden kann, indem nämlich die Materie als bewegt, und der Raum ruhig, oder der Raum als bewegt, und die Materie als ruhig in der Erſcheinung anzunehmen verſtattet iſt. In Anſehung der Erfahrung kömmt es alſo darauf an, ob erſtlich das eine oder das andere als gleichgültig, oder zweytens das

das eine mit Ausſchließung des andern, oder endlich drittens beydes als bewegt vorgeſtellet werden müſſe. Bey der geradlinichten Bewegung iſt die Bewegung eines Körpers in Anſehung eines relativen Raumes zum Unterſchied der entgegengeſetzten Bewegung des relativen Raumes, ein bloß mögliches Prädikat. Eben dasſelbe außer aller Beziehung auf irgend eine Materie, d. h. als abſolute Bewegung gedacht, iſt unmöglich. Denn es iſt in der Erſcheinung gleichgeltend, ob die Materie ruhe, und der Raum mit gleicher Geſchwindigkeit aber in entgegengeſetzter Richtung ſich bewege, oder ob der relative Raum ruhe, und dagegen die Materie ſich bewege. Hier käme es demnach nur darauf an, zu beweiſen, ob dieſes auch dem Verhältniſſe der Materie zum Subjekte zukomme. Wenn ſich der Zuſchauer in demſelben Raume als ruhig ſtellt, ſo heißt ihm der Körper bewegt, ſtellt er ſich aber wenigſtens in Gedanken in einen andern Raum, welcher den relativen einſchließt, in Anſehung deſſen auch der Körper ruhig iſt, ſo heißt jener relative Raum bewegt. Demnach iſt es auch in der Erfahrung einerley, ob ſich der Körper im relativen Raume bewege und der Raum ruhe, oder ob ſich der relative Raum bewege, und der Körper im abſoluten Raume ruhe. Weil alſo dadurch unſer Urtheil die freye Wahl erhält, eins von den zwey entgegengeſetzten Prädikaten, welche nur in Anſehung des Subjektes und ſeiner Vorſtellungsart von einander unterſchieden ſind, als gleichgeltend anzunehmen; ſo iſt es auch durch den Begriff der Bewegung an ſich unbeſtimmt, mithin gleichgeltend, ob der Körper im relativen Raume, oder dieſer in Rückſicht jenes als bewegt vorgeſtellet werde. Es iſt aber das, was in Rückſicht zwey einander entgegengeſetzter Prädikate an ſich unbeſtimmt iſt, nur möglich. Alſo iſt auch die geradlinichte Bewegung eines Körpers im relativen Raume zum Unterſchiede von der entgegengeſetzten Bewegung des relativen Raumes ein bloß mögliches Prädikat. Da ferner die Veränderung der äußern Verhältniſſe zum Raume, d. i. Bewegung, nur in ſo fern ein Gegenſtand der Erfahrung iſt, als die

Bewegung

Bewegung der Materie im Raume, oder Bewegung des Raumes und Ruhe der Materie ein Gegenſtand der Erfahrung iſt, der abſolute Raum aber gar keine Realität hat, und daher in der Erfahrung nichts iſt: ſo iſt die geradlinichte Bewegung ohne Beziehung auf einen relativen Raum, d. i. abſolute Bewegung, unmöglich. Hingegen iſt die Kreisbewegung eines Körpers zum Unterſchiede von der entgegeſetzten Bewegung des Raumes ein wirkliches Prädikat desſelben, und die entgegengeſetzte Bewegung des Raumes ſtatt der Bewegung des Körpers kein wirkliches Prädikat derſelben, ſondern nur Schein, wenn ſie davor gehalten wird. Denn man kann eine jede krummlinichte Bewegung, mithin auch die Kreisbewegung, als eine in jedem Augenblicke veränderte geradlinichte Bewegung betrachten. Weil nun ſelbſt die geradlinichte Bewegung eine beſtändige Veränderung der äußern Verhältniſſe im Raume iſt, ſo muß auch die Kreisbewegung eine beſtändige Veränderung der Veränderung dieſer äußern Verhältniſſe ſeyn. Da aber eine jede veränderte Bewegung eine äußere Urſache vorausſetzet; jedoch aber der Körper in einem jeden Punkte des Kreiſes nach der Richtung der Tangente zu entfliehen ſuchet, welche jener Urſache entgegen wirket, ſo beweiſet ein jeder Körper in der Kreisbewegung eine bewegende Kraft. Da nun die Bewegung des Raumes zum Unterſchiede der Bewegung des Körpers ohne alle bewegende Kraft gedacht werden muß, ſo hat unſer Urtheil hier keine Wahl, daß eine von zweyen entgegengeſetzten Prädikaten als gleichgeltend anzunehmen. Wenn alſo die eine Bewegung des Körpers im Kreiſe als ein Prädikat geſetzet werden muß, ſo muß offenbar die Bewegung des Raumes in entgegengeſetzter Richtung ausgeſchloſſen ſeyn. Mithin iſt auch die Kreisbewegung eines Körpers zum Unterſchiede der entgegengeſetzten Bewegung des relativen Raumes wirkliche Bewegung, und daher die Bewegung des relativen Raumes, wenn ſie in der Erſcheinung als ein wirkliches Prädikat betrachtet werden ſollte, nur Schein.

Von

Von der ſchwankenden Bewegung und Wurfbewegung wird unter den Artikeln **Pendel** und **Wurfbewegung** gehandelt werden, ſo wie das Nöthige von der Geſchichte der Entdeckung der Bewegung unter dem Artikel **Mechanik** beygebracht wird.

Bewegungspunkt ſ. **Mittelpunkt der Bewegung.**

Biegſamkeit (flexibilitas, flexibilité) iſt die Fähigkeit ſolcher feſten Körper, den auf ihre Theile wirkenden äußern Kräften ſo nachzugeben, daß ſie ohne zu zerreißen dadurch in einer veränderten Geſtalt erſcheinen. Wenn feſte Körper biegſam ſeyn ſollen, ſo wird allemahl vorausgeſetzet, daß ſich ihre Theile in einem gewiſſen Grade verſchieben laſſen können, ohne zu zerreißen. Es wird daher der Biegſamkeit die **Sprödigkeit** entgegengeſetzet, welche als eine Eigenſchaft ſolcher ſtarrer oder feſter Körper zu betrachten iſt, nach welcher die Theile derſelben, ohne ſogleich zu zerreißen, an einander nicht verſchoben werden können. Es ſind daher eigentlich nicht alle feſte Körper biegſam. Daraus folgt aber keines Weges, daß es auch in der Natur vollkommen harte Körper geben müſſe.

Durch die Beugung der feſten Körper behalten ſie nach Nachlaſſung der auf ſie wirkenden Kraft entweder ihre dadurch erlangte Geſtalt, oder ſie gehen in ihre vorige Geſtalt wieder zurück. Jene Körper nennt man alsdann **weiche**, dieſe aber **elaſtiſche** Körper. Die Elaſticität iſt hier aber nie eine urſprüngliche, ſondern allemahl eine abgeleitete.

Wenn biegſame Körper auf einem Punkte ruhen, ſo erhalten ſie die Natur eines phyſiſchen Hebels, und es muß daher die Gewalt, mit der ſie ſich biegen können, deſto größer ſeyn, je weiter ſich die Theile des feſten Körpers von dem feſten Punkte entfernen. So lehret z. B. die Erfahrung, daß ein langer ſtarker Balken, welcher an beyden Enden gehörig unterſtützet iſt, in der Folge der Zeit in der Mitte ſich bieget, und eine krumme Geſtalt annimmt. Ein Seil an beyden Enden befeſtiget bieget ſich in eine krumme Linie, die man in der höhern Mechanik die **Kettenlinie** nennt, und

welche ſo ſehr zur Wölbung der Brückenbogen empfohlen wird. Auch bieget ſich ein Seil, um die Vertieſung der Rollen, an welchen ſo beträchtliche Laſten mittelſt einer geringen Kraft in die Höhe gezogen werden können. Die Statik zeiget die Gründe, mit welcher Kraft an einem Flaſchenzuge das daran befindliche Gewicht im Gleichgewicht erhalten werde, ſie nimmt aber hierbey an, daß die Seile vollkommen biegſam ſind. Da aber dieſe Vorausſetzung in der Wirklichkeit nicht Statt findet, indem die Seile allemahl eine gewiſſe Unbiegſamkeit behalten, welche ein Hinderniß der Bewegung iſt, ſo muß nothwendig in der Ausübung hierauf Rückſicht genommen werden, wenn man bey jedem beſondern Falle beurtheilen will, ob die Laſt wirklich von der Kraft beweget werden könne. **Amontons** [α]) war der erſte, welcher durch Verſuche alles dieß gehörig ins Licht ſetzte, und welche auch **Nollet** [β]) nebſt ſeinen eigenen beſchreibt. Nach dieſen Verſuchen laſſen ſich folgende Regeln herleiten. Der von der Unbiegſamkeit der Seile abhängende Widerſtand nimmt zu

1. in dem Verhältniſſe der Kräfte, welche die Seile ſpannen,
2. in dem Verhältniſſe der Dicke der Seile und
3. im umgekehrten Verhältniſſe der Durchmeſſer der Rollen.

Von dem letzten Satze ſcheinen die Verſuche von **Nollet** etwas abzuweichen. Es bleibt aber doch gewiß, daß wegen der Unbiegſamkeit der Seile größere Rollen den kleinen vorzuziehen ſind, obgleich im erſtern Falle die Friktion wieder größer wird.

Bier (cereuiſia, bierre) iſt ein weinartiger Getrank, welchen man aus den mehligen Samen der Getreidearten bereitet. Am meiſten bedient man ſich hierzu der Gerſte und des Weizens, ſelten des Roggens und des Hafers.

Die mehlartigen Theile aller Getreidearten ſind geſchickt, durch eine gehörige Vorbereitung mittelſt des Waſſers in eine Gährung

α) Mémoir. de l'Académie de Paris. an. 1699.
β) Leçons de phyſique. T. II. Sect. IX.

Gährung überzugehen. Man bringt nämlich die Samenkörner in den ſo genannten **Malzbottich**, und übergießt ſelbige einige Zoll hoch mit Waſſer; nach 24 Stunden läßt man dieſes ab und gießt wieder neues darauf, und verfährt hiermit abwechſelnd ſo lange, bis die Samenkörner ſich ganz weich anfühlen, hierauf bringt man dieſe in einen luftigen Ort auf einen reinlichen Boden in Haufen, damit ſie ſich erhitzen. Hierdurch wird der Samen zum Keimen gebracht. Sind die Keime ungefähr $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ ſo groß als die Länge des Kornes geworden, ſo unterdrückt man das Keimen dadurch, daß man die Körner entweder auf eine **Darre** oder auf luftige Boden bringt, um ſie daſelbſt auszutrocknen, und in **Darrmalz** oder **Luftmalz** umändert. Durch dieſes Malzen verlieren die Körner ihre Klebrigkeit und Zähigkeit, und nehmen dagegen einen zuckerſüßen Geſchmack an. Das ſo zubereitete Malz wird geſchroten, und mit heißem Waſſer übergoſſen, und dabey wohl und gleichförmig umgerührt. Nach einiger Zeit wird dieſe Ausziehung abgelaſſen, und in die Braupfanne gebracht, und alles darin klar gekocht. Die klar abgelaſſene Abkochung, die **Würze**, welche ſehr ſüßſchmeckend iſt, wird gewöhnlich noch, der beſſern Verdauung wegen, mit Hopfenextrakt verſetzet, mit einem Gährungsmittel verſehen, und der Gährung überlaſſen.

Bierprobe, Bierwage ſ. Aräometer.

Bild (imago, image). Wenn das Auge eine ſolche Lage hat, daß es die von irgend einem Objekte ausgehenden Strahlen, entweder durch Brechung oder Zurückwerfung, auffangen kann, ſo hat es eine Empfindung, als ob es etwas dem Objekte ähnliches ſehe, welches eben das **Bild** des Gegenſtandes genannt wird; die Stelle, wo das Auge das Bild gewahr wird, heißt auch der **Ort des Bildes**. Die Catoptrik und Dioptrik lehren die Geſetze, nach welchen die brechenden Flächen und die Reflexionsflächen Bilder von Gegenſtänden zu Wege bringen, und dieſe ſollen unter den Artikeln: **Linſengläſer, Fernröhre, Vergrößerungsglas, Spiegel** vollſtändig angeführet werden. Auch gibt

eine

eine geſchickte Anordnung verſchiedener ebener Spiegelflächen eine Vervielfältigung der Bilder ein und des nämlichen Objektes, ſo wie man auch durch gewiſſe beſonders dazu eingerichtete Gläſer vielfache Bilder des betrachteten Gegenſtandes wahrnehmen kann; hiervon werden aber die Artikel **Spiegel** und **Polyeder** handeln.

Wenn die gebrochenen Strahlen ein Bild zu Wege bringen ſollen, ſo müſſen ſie eine ſolche Brechung im brechenden Mittel erlitten haben, daß ſie nicht verworren in unſer Auge kommen. Denn in dieſem Falle würden wir kein Bild von dem betrachteten Gegenſtande wahrnehmen können, ſondern nur eine **Erleuchtung**. So werden wir durch matt geſchliffene Glaslinſen, durch Eis, durch etwas dicken ſo genannten Katzenſpath u. ſ. f. kein Bild eines Gegenſtandes, wohl aber Erleuchtung, erblicken, da im Gegentheil vollkommen glatt polirte und reine Linſengläſer ein deutliches Bild des betrachteten Gegenſtandes darſtellen.

Wenn bey der Zurückwerfung der Strahlen ein Bild eines Gegenſtandes von dem Auge des Zuſchauers geſehen werden ſoll, ſo muß von einerley Punkte des Gegenſtandes das Licht aus einem einzigen Punkte der Reflexionsebene in das Auge zurück geworfen werden. Würde alſo von einerley Punkte der Reflexionsebene Licht von vielen Punkten des Gegenſtandes ins Auge reflektiret, ſo kann kein Bild desſelben, ſondern nur Erleuchtung wahrgenommen werden. Daher kömmt es, daß in einem hellen Zimmer an der den äußern Gegenſtänden gegenüberſtehenden Wand kein Bild von denſelben, ſondern nur Erleuchtung bemerket wird. Es iſt dieß auch der Grund, wenn an dieſer Wand ein Bild zu Stande gebracht werden ſoll, daß man das Zimmer verfinſtern, und das Licht von dem Gegenſtande nur durch ein kleines Loch durchgehen laſſen muß. Denn in dieſem Falle wird nur von einem Punkte des gegenüberſtehenden Objektes Licht an einem Punkte der Wand ins Auge reflektiret. M. ſ. **Zimmer, verfinſtertes.** Ueberhaupt iſt es unmöglich, daß eine rauhe Reflexionsebene ein Bild zu Wege bringen kann, weil die

auf ſelbiger befindlichen Erhabenheiten eine ſehr große Menge verſchiedener Reflexionsebenen bilden, deren jede von unendlich vielen Punkten des Gegenſtandes Licht ins Auge bringt. Iſt im Gegentheile die Reflexionsebene ſehr glatt polirt, wie bey Spiegelflächen, ſo wird auch nur aus jedem Punkte derſelben Licht von einem einzigen Punkte des gegenüberſtehenden Objektes ins Auge reflektiret, und es hat daher dasſelbe auch die Empfindung, als ob es das Objekt ſelbſt betrachtete.

Was den Ort oder die Stelle des Bildes anlangt, ſo hat man hierüber beſtändig verſchiedene Meinungen gehabt. Die ältern Optiker ſetzten feſt, daß das Bild des Gegenſtandes in dem Durchſchnittspunkte des ins Auge kommenden Strahles mit der aus dem Objekte auf die brechende oder zurückwerfende Fläche ſenkrecht gezogenen Linie liege. Denn vermöge der Erfahrung erſcheine das Bild (fig. 54.) bf einer auf dem Spiegel ab ſenkrechten Linie bc als eine Verlängerung derſelben, das Auge möchte auch in Anſehung der Spiegelfläche eine Lage haben, welche man wolle. Bey den Planſpiegeln iſt dieſe Erfahrung ungezweifelt gewiß. Auch bey den erhabenen und den Hohlſpiegeln glaubte man eben dieſes zu erfahren. Wenn alſo ein Punkt c vor einer brechenden oder zurückwerfenden Fläche ab ſich befinde, und das Auge og gegen dieſe Fläche irgend eine Lage habe, ſo meinten die Alten, daß das Bild f allemahl in der auf der brechenchenden oder zurückwerfenden Fläche ſenkrechten Linie cbf von dem Auge og wahrgenommen werde. Daß folglich die Stelle dieſes Bildes in dem Durchſchnittspunkte der Geſichtslinie und der auf ab ſenkrecht ſtehenden Linie befindlich ſeyn müſſe.

Kepler *), welcher mit zuerſt die Brechung und Zurückwerfung der Strahlen ſorgfältiger betrachtete, fand dieſe allgemeine Regel der Alten bey den Planſpiegeln, erhabenen Spiegeln, und ſelbſt in den mehreſten Fällen bey den Hohlſpiegeln beſtätiget, nur bey einigen Fällen nahm er eine Ausnahme wahr. Daher kam es, daß man noch lange Zeit die

*) Paralipomena ad Vitellionem prop. 18. p. 70.

die angenommene Regel beybehielt, und die wenigen Fälle bloß als eine Ausnahme betrachtete.

Barrow α) wendete gegen dieſe allgemeine Regel der Alten ein, daß die Erfahrung, worauf ſie ſich gründe, bey den krummen Spiegeln ungewiß wäre, und daß die erwähnte lothrechte Linie gar keine Wirkung verurſachen könne, indem ſie eine bloß geometriſche Idee ſey. Er nimmt dagegen an, daß die Stelle des Bildes in der Spitze f des auf den Augenſtern og auffallenden Strahlenkegels ofg liege, und behauptet, daß das Auge nach Beſchaffenheit des Winkels ofg ſich erweitere und verkürze, wodurch die Seele von der Entfernung fo urtheile. Hieraus beſtimmt er, daß bey der Brechung aus dem dichtern Mittel ins dünnere und bey den erhabenen Spiegeln das Bild jederzeit vom Perpendikel gegen das Auge zu rücke, beym Planſpiegel aber in das Perpendikel ſelbſt, und beym Hohlſpiegel weiter vom Auge weg falle. Gegen dieſen ſeinen Satz macht er doch ſelbſt den Einwurf, daß doch Bilder von Gegenſtänden durch erhabene Spiegel betrachtet geſehen werden, obgleich die Vereinigungspunkte der Strahlen oder die Spitzen der Strahlenkegel nicht vor dem Auge, ſondern vielmehr erſt hinter demſelben liegen. Dieſen Einwurf ſuchte **Berkley** β) zu beantworten, indem er ſagt, daß die Seele beſtändig von der Entfernung und folglich von der Stelle des Bildes ſelbſt nach dem Grade der Deutlichkeit urtheile. Da das Bild eines Gegenſtandes eben ſo undeutlich iſt, wenn die von einem Punkte ausgehenden Strahlen vor der Netzhaut wieder zuſammen kommen, als wenn ſie ſich in eben der Entfernung hinter der Netzhaut vereinigten, ſo muß auch das Bild eines Objektes, deſſen Strahlenkegel ſich vor der Netzhaut in einem Punkte vereinige, eben ſo undeutlich ſeyn, als wenn er ſich eben ſo weit entfernet hinter derſelben in einem Punkte vereinigte. Gegen dieſe Theorie wendet **Smith** γ) ein, daß man hieraus die

α) Lectiones opticae. Lond. 1674. 4.
β) Eſſay towards a new theory of viſion. Dublin 1709. 8.
γ) Vollſtändig. Lehrbegriff der Optik, durch Käſtner. S. 398. 401 u. f.

durch Gläſer betrachteten Gegenſtände beſtändig dem Auge näher als 1 bis 2 Fuß zu liegen ſcheinen müßten, welches doch der Erfahrung widerſpräche. **Smith** iſt daher der Meinung, daß unſer Urtheil die Stelle des Bildes bloß nach der ſcheinbaren Entfernnng abmeſſe. Er ſagt nämlich, die Seele ſetze das Bild des Gegenſtandes dahin, wohin ſie es ſetzen würde, wenn das Auge den Gegenſtand unter eben der Größe ohne Glas betrachte. Allein auch dieß ſtimmt mit der Erfahrung nicht überein, indem die Bilder in erhabenen Spiegelflächen verkleinert und dem Auge näher zugleich, in Hohlſpiegeln hingegen vergrößert und entfernter zugleich erſcheinen.

Herr **Käſtner** *) zeiget, daß es in krummen Spiegeln eigentlich gar kein Bild gebe, weil man gar keinen Punkt beſtimmen könne, aus welchem die von einem Punkte des Objektes ins Auge fallenden Strahlen alle herkämen. Daher ſey es ganz vergeblich, die Stelle des Bildes in krummen Spiegeln eben ſo, wie in Planſpiegeln aufzuſuchen.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik, a. d. Engl. von **Klügel**, S. 491 u. ſ.

Bimſtein ſ. **Vulkaniſche Produkte.**

Binoculum ſ. **Fernrohr, doppeltes.**

Birnprobe (index raritatis in vacuo Boyliano, index pyriformis), iſt eine birnförmige gläſerne Röhre, mittelſt welcher die Verdünnung der unter der Glocke einer Luftpumpe ausgepumpten Luft gemeſſen wird. Nach Erfindung der Luftpumpe gebrauchte man lange Zeit, den Grad der Verdünnung der Luft unter der Glocke zu beſtimmen, ein kleines Barometer, welches unter die Glocke geſetzet wurde, oder auch ein heberförmiges, das man außerhalb der Glocke anzubringen pflegte. Allein Herr **Lichtenberg** [a]) hat gezeiget, daß dieſe keine Verdünnungsmeſſer, ſondern nur Elaſticitätszeiger ſeyn können. Ganz allein durch die Birnprobe, deren

*) De obiecti in ſpeculo ſphaerico viſi magnitudine apparente, Comment. nov. ſociet. Goetting. T. VIII. 1777.

[a]) Anfangsgründe der Naturlehre von Erxleben §. 220. Anmerk.

deren Erfinder Smeaton *) iſt, läßt ſich der Grad der Verdünnung der Luft meſſen. Die Einrichtung derſelben iſt folgende:

Ein hohles gläſernes Gefäß (fig. 56.) de, welches unten bey e offen iſt, hängt mit einer engen Röhre fg zuſammen, die oben bey g zugeſchmolzen iſt. Das Verhältniß vom Inhalte des ganzen Gefäßes zum Inhalte der Röhre fg muß bekannt ſeyn; alsdann iſt man aber auch im Stande, an fg eine kleine Tafel zu befeſtigen, und Abtheilungen darauf zu machen, welche bey g anfangen, und wovon eine jede ein Tauſendtheilchen vom Inhalte des ganzen Gefäßes anzeigt. Dieſen ganzen Apparat hängt man mittelſt eines an der Tafel bey c befindlichen Ringes an den Haken c eines Drahtes, welcher durch den Kopf einer Glocke ſo gehet, daß man ihn auf- und abwärts ſchieben kann, ohne doch Luft durchzulaſſen. Unter die Oeffnung e der aufgehängten Birnprobe ſetzt man ein Gefäß kl mit Queckſilber ſo, daß die Oeffnung e anfänglich das Queckſilber nicht erreiche. Hierauf läßt man nun unter der Glocke mittelſt der Luftpumpe die Luft auspumpen; alsdann druckt man den Stift bc tiefer abwärts, damit ſich die Oeffnung e ins Queckſilber eintauche, läßt hierauf die freye Luft wieder unter die Glocke, welche nun das Queckſilber ins Gefäß hineintreiben, und vermittelſt desſelben die verdünnte Luft zuſammenpreſſen wird, welche darin noch übrig war, und mit der verdünnten Luft unter der Glocke einerley Dichtigkeit hatte. Dieſe Luft wird ſich nun in einen kleinen Raum oben bey g begeben haben, und aus den auf der Tafel angebrachten Abtheilungen erkennt man das Verhältniß dieſes Raumes zum Inhalte des Gefäßes, folglich auch das Verhältniß ihrer jetzigen Dichtigkeit zur vorigen, da ſie durch den Raum des ganzen Gefäßes ausgebreitet war. Weil die Oeffnung e ziemlich weit iſt, ſo kann man das Queckſilber ausgießen, ſo daß der in fg hineingetretene Theil zurück bleibet. Hält man alsdann die Röhre horizontal, ſo wird die bey g befindliche Luft bloß von der Atmosphäre zuſammengepreßt,

 und

*) Philoſoph. tranſact. Vol. XLVII. art. 69.

und ihre Dichtigkeit iſt alsdann der Dichtigkeit der äußern Luft gleich. Die Tafel zeigt alſo nun, wie vielmahl ſie vorher dünner geweſen ſey, als die äußere Luft.

Herr **Brook** *) hat über die Birnprobe und das Barometer verſchiedene Verſuche angeſtellt, und die Verdünnungen der Luft, welche die Birnprobe angab, ſehr verſchieden gefunden, nachdem die Geſtalt des Werkzeuges verſchieden, und das Queckſilber in demſelben ausgekocht oder nicht ausgekocht war. Er zieht hieraus die Folge, daß die Birnprobe ganz trüglich, und daß eine gut ausgekochte Barometerprobe weit ſicherer ſey, die Verdünnung der Luft unter der Glocke der Luftpumpe zu beſtimmen. Es war daher natürlich nothwendig, die Verſuche des Herrn **Brook's** einer genauern Prüfung zu unterwerfen, um entweder Fehler, welche dabey vorgegangen ſeyn könnten, zu entdecken, oder die Folge der Trüglichkeit der Birnprobe als wahr anzunehmen. Der Herr Prof. **Schmidt** *) in Gießen hat dieſes Geſchäfft auf ſich genommen und gefunden, daß Herr **Brook** nicht jeder Zeit nach richtigen Grundſätzen verfahren habe. Deſſen ungeachtet aber war es ihm doch äußerſt wichtig, die Urſachen über die Verſchiedenheit in den Angaben der Birnprobe und die Mittel, ihr zu begegnen, aufzufinden. Er ſtellte daher mehrere Verſuche, mit Birnproben von verſchiedenen Dimenſionen an, welche theils ausgekocht, theils nicht ausgekocht waren. Bey den Verſuchen mit unausgekochten Birnproben verfuhr er ganz nach der von **Smeaton** angegebenen Weiſe, welche zu Anfange iſt angegeben worden. In den Verſuchen mit den ausgekochten Birnproben verfuhr er ganz nach Herrn **Brook** ſo: er wog die mit Queckſilber gefüllte und ausgekochte Probe, und brachte ſie umgekehrt in ein Gefäß mit Queckſilber unter die Glocke, und ließ, nachdem die Luft verdünnet und das Queckſilber

*) Vermiſchte Erfahrungen über die Elektricität, die Luftpumpe und das Barometer. Aus dem Engl. mit Zuſätzen und Anmerk. von L. C. A. Kühn. Leipz. 1790. 8.

*) Grens neues Journal der Phyſik. B. III. H. II. S. 150 u. f.

ſilber in der Probe herabgeſunken war, verdünnte Luft in die Probe treten, drückte ſie mit ihrer Oeffnung gleich wieder unter Queckſilber und öffnete der Atmosphäre den Zutritt unter die Glocke. Den Raum der zurückgebliebenen Luft bezeichnete er bey horizontaler Lage der Probe, wog ihn voll Queckſilber, und berechnete aus dieſem Gewichte verglichen mit dem Gewichte des Queckſilbers in der ganzen Birnprobe. Die Reſultate der mit ſechs verſchiedenen Birnproben angeſtellten Verſuche ſtimmten darin überein, daß die mit Queckſilber gefüllten und ausgekochten Birnproben eine ungleich ſtärkere Verdünnung anzeigten, als nach der ſmeatonſchen Weiſe mit unausgekochten Birnproben. Es folgt alſo aus dieſen Verſuchen, daß ſich aus dem unausgekochten Queckſilber in dem Augenblicke, wo es durch den Druck der Atmosphäre in den leeren Raum der Birnprobe getrieben wird, Luft entbinde, und daß dieſe aus dem Queckſilber entbundene Luft den Raum der in der Birnprobe zurückgebliebenen verdünnten Luft vergrößere, wodurch die Angabe der Verdünnung nach der unausgekochten Birnprobe kleiner ausfallen muß. Da er nun nach dieſen Verſuchen fand, daß die Verdünnungen nach der Birnprobe mit den Verdünnungen nach dem Barometer nicht in einerley Verhältniß ſtanden, ſo vermuthete er, daß vielleicht dieſe Disharmonie bey dem einen Verſuche mehr einer größern Menge elaſtiſcher Dämpfe als der Birnprobe zuzuſchreiben ſey. Um alſo mit Gewißheit zu beſtimmen, ob die Abweichungen der Angaben der ausgekochten Birnproben von einander, wie Herr **Brook** behauptet, von der Verſchiedenheit in der Geſtalt der Gefäße, oder von einer wirklich verſchiedenen Menge von Dämpfen herrühre, brachte er zwey ausgekochte Birnproben von unterſchiedenen Dimenſionen zugleich unter den Recipienten der Luftpumpe, und ſtellte hiermit folgenden Verſuch an: die kleine Birnprobe, deren Röhre 4 pariſer Zoll lang und zwey Linien weit war, faßte $5\frac{2}{16}$ Loth + 20 Richtpfennigstheile köllniſchen Markgewichtes, die große Birnprobe, deren Röhre 6 pariſer Zoll lang und 2 Linien weit war, faßte $7\frac{7}{16}$ Loth

 + 198

+ 198 Richtpfennigstheile Queckſilber. Die Verdünnung war nach der kleinern Birnprobe 84fach, nach der größern 101fach, nach dem heberförmigen Barometer 67,4fach. Der Stand des Barometers bey dieſem Verſuche war 28 Zoll, 1 Linie, des Thermometers 13° nach Reaum. mit Queckſilber. Mit einer jeden dieſer Birnproben ſtellte er nun auch den Verſuch nach ſmeatonſcher Weiſe an, und fand die Verdünnung nach der kleinern 70, nach der größern 84fach, nach dem heberförmigen Barometer wie vorher, 67fach. Dieſe beiden Verſuche beweiſen alſo ganz klar, daß die Größe und Geſtalt der Gefäße, ſo wohl bey ausgekochten als unausgekochten Birnproben, allerdings einen Einfluß auf die Verdünnung haben. Die erſte Urſache hiervon ſcheint nach Herrn **Schmidt** in der aus dem Queckſilber in die Birnprobe dringenden Luft zu liegen, deren Einfluß aber durch die Geſtalt der Gefäße modificiret werde. Denn es befand ſich auch bey den ausgekochten Birnproben in den Verſuchen unausgekochtes Queckſilber in dem Gefäße, worin die Oeffnung der Birnprobe umgekehret war, und durch die Vermiſchung des aus der Probe tretenden ausgekochten Queckſilbers mit dem unausgekochten des Gefäßes tritt die ganze Queckſilbermaſſe mehr oder weniger in den luftvollen Zuſtand zurück, in welchen ſie ſich vor dem Auskochen befand. Der Einfluß der aus dem Queckſilber in die Birnprobe dringenden Luft, auf die Angabe der Birnprobe, muß in dem zuſammengeſetzten geraden Verhältniſſe der Menge der eindringenden Luft und dem verkehrten der Größe der Skale der Birnprobe ſtehen. Die Menge der aus dem Queckſilber dringenden Luft wird bey gleichem Luftgehalt des Queckſilbers, in dem Verhältniſſe der Menge des in die Probe tretenden Queckſilbers, und hauptſächlich im Verhältniſſe der Größe des Querſchnittes der Röhre und des Gefäßes der Birnprobe ſtehen. Denn es iſt begreiflich, daß, je größer dieſer Querſchnitt iſt, deſto mehr Berührungspunkte zwiſchen der Oberfläche des eindringenden Queckſilbers und dem leeren Raume der Birnprobe Statt finden, und daß bey übrigens gleichen Umſtänden die aus dem

Queck-

Queckſilber in den leeren Raum der Birnprobe tretende Luft in dem Verhältniſſe dieſer Berührungspunkte ſtehen müſſe. Dieſe Schlüſſe wurden durch folgenden Verſuch gerechtfertiget: er brachte die große Birnprobe mit einer andern von gleicher Länge, deren Röhre aber nur eine halbe Linie weit war, und deren körperlicher Raum nur $2\frac{1}{12}$ Loth + 120 Richtpfennigstheile Queckſilber faßte, zugleich unter die Glocke, und ſuchte die Verdünnung nach der ſmeatonſchen Art. Die enge Probe gab eine 143fache Verdünnung an, in deſſen die weite Probe eine 87fache, und das heberförmige Barometer eine 67fache anzeigte.

Herr Schmidt gibt übrigens folgende Vorſchriften, um den Einfluß der aus dem Queckſilber dringenden Luft auf die Angabe der Birnprobe, wo nicht ganz aufzuheben, doch möglichſt zu vermindern, und gewiſſermaßen gleichförmig zu machen:

1. Man vergrößere die Skale der Birnprobe durch Verengerung der Röhre derſelben, ohne den Raum des birnförmigen Gefäßes zu erweitern. Eine halbe pariſer Linie im Durchmeſſer möchte eine der ſchicklichſten Weiten für die Röhre der Birnprobe ſeyn. Enger darf man ſie deßwegen nicht wohl machen, weil ſonſt die feine Haarröhre dem Eindringen des Queckſilbers hinderlich ſeyn könnte. Durch die angegebene Weite erhält man zugleich den Vortheil, daß die Grenze des Queckſilbers bey horizontaler Lage der Birnprobe ſcharf abgeſchnitten bleibt, und man den Raum der zurückgebliebenen Luft genau meſſen kann; da hingegen bey weiteren Röhren die Grenze des Queckſilbers bey der horizontalen Lage der Röhre eine krumme Fläche bildet, welche jenen Raum nicht ſo genau zu meſſen verſtattet. Ob es gleich ſchwer halten wird, in einer ſo engen Röhre das Queckſilber auszukochen, ſo hat man auch nicht nöthig, dasſelbe in der ganzen Birnprobe auszukochen, wenn es nur in dem birnförmigen Gefäße ausgekocht wird.

2. Koche man das Queckſilber in dem Gefäße ſelbſt aus, welches man bey Anſtellung des Verſuches unter die Birnprobe bringt. Am beſten ſchickt ſich hierzu eine kleine eiſerne Büchſe, welche man während des Auskochens mit einem eiſernen Deckel verſchließt, damit nicht zu viel Queckſilber verfliege. Hat das Kochen eine Viertelſtunde gedauert, ſo bringe man die Büchſe behutſam vom Feuer, und laſſe ſie zugedeckt erkalten. Iſt das Queckſilber ſo weit abgekühlet, daß keine Dämpfe mehr davon aufſteigen, ſo bringe man die Büchſe mit dem Queckſilber unter die Glocke, und die zuvor wohl getrocknete und erwärmte Birnprobe darüber.

3. Iſt nun alles zur Temperatur der unter der Glocke eingeſchloſſenen Luft gekommen, ſo laſſe man die Pumpe arbeiten, und verfahre übrigens nach beſchriebener bekannter Weiſe. Noch iſt zu bemerken, daß man das Queckſilber ſo wohl, als auch die Birnprobe, ſo rein wie möglich, zu dem Verſuche nehme, indem ſonſt der geringſte Schmutz Gelegenheit geben möchte, daß ein Luftbläschen in der innern Wand der Birnprobe hängen bliebe.

4. Da aber bey allen dieſen Vorſichtigkeitsregeln doch nicht mit Gewißheit beſtimmt werden kann, ob dadurch die Unbeſtimmtheit in den Angaben der Birnprobe völlig aufgehoben werden könne, ſo iſt es rathſam, die Birnprobe ſo viel als möglich nach einerley Dimenſion zu verfertigen. Bey der Weite der Röhre von $\frac{1}{2}$ par. Linie wird die Länge derſelben etwa bis auf 6 Zoll hinreichend ſeyn.

Mit einer genauen Befolgung dieſer Vorſchriften ſtellte Herr Schmidt noch ein Paar Verſuche mit zwey, in Anſehung der Dimenſionen von einander verſchiedenen, Birnproben an, und fand, daß dieſe nicht nur vollkommen unter ſich harmonirten, ſondern daß auch ſelbſt die Verdünnungen nach der Birnprobe ſich gegen einander ſehr nahe verhielten, wie die Verdünnungen nach dem heberförmigen Barometer. Denn

nach

nach dem erſten Verſuche war die Verdünnung nach dem heberförmigen Barometer 33 fach, nach beyden Birnproben 42 fach; nach dem andern Verſuche aber war die Verdünnung nach dem heberförmigen Barometer 48 fach, nach beyden Birnproben 65 fach. Es iſt daher keinem Zweifel unterworfen, die Unbeſtimmtheit in der Angabe der Birnprobe durch genaue Befolgung dieſer Vorſchriften zu vermeiden. Es muß inzwiſchen allemahl ein merklicher Unterſchied zwiſchen der Anzeige des Barometers und der Birnprobe unter übrigens gleichen Umſtänden bleiben.

Bitterſalzerde, Bittererde, Magneſie, auch **Talkerde** (magneſia, terra muriatica, magneſie) iſt eine eigene Erde, welche in der Natur nie ganz rein gefunden wird. D. **Black** [α]) hat dieſe Erde zuerſt entdeckt, und nebſt **Marggrafen** [β]) ihren Unterſchied von der Kalkerde und ihre Eigenheit zuerſt bewieſen. Sie gibt in Verbindung mit der Schwefelſäure das ſo genannte engliſche Bitterſalz. Sie macht einen Beſtandtheil aus in dem Speckſtein, Nephrit, Walkererde, Meerſchaum, Bol, Serpentin, Talk, Asbeſt, Kyanit, Strahlſtein und Tremolith. In ihrem reinen Zuſtande iſt ſie weiß und ohne Geſchmack, ſchmelzt in dem allerſtärkſten Feuer nicht, und iſt weder im kalten noch warmen Waſſer auflösbar. Ihre ſpeciſiſche Schwere iſt = 2,33. Mit der Alaun- und Kieſelerde ſchmelzt ſie im Feuer. Man gewinnt ſie auf folgende Art aus dem Bitterſalze; Man löſe eine Menge Bitterſalz durchs Kochen in vielem reinen Waſſer auf, durchſeihe dieſe Auflöſung, und gieße hierzu warme gewöhnliche Lauge von gereinigter Potaſche ſo lange, bis kein Niederſchlag mehr erfolget. Das ganze Gemenge laſſe man hierauf noch eine Zeitlang kochen, und gieße es durch einen linnenen Spitzbeutel. Die zurückbleibende Erde wird

α) Experiments upon Magneſia alba, and ſome other alcaline ſubſtances, by *Joſ. Black* in d. eſſays and obſervat. read before a ſociety in Edinb. Vol. II. S. 157. ff.

β) A. S. Marggrafs chymiſche Verſuche mit der letztern incryſtalliſirbaren ſogenannten Mutterlauge des Kochſalzes in Abſicht auf die darin enthaltene Erde. In den chymiſch. Schriften. B. II. Seite 20.

wird von neuem in vielem reinen Waſſer gekocht, abermahls durchgeſeihet, und überhaupt hiermit ſo lange fortgefahren, bis ſie keine Salztheile mehr hat; hierauf wird ſie getrocknet. Dieſe getrocknete Erde thut man in einen Schmelztiegel, bedeckt ihn gegen das Hineinfallen der Kohlen, und erhält ſie darin ſo lange im Glühen, bis ſie nicht mehr mit Säuern brauſet. Die daher entſtandene Erde nennt man die **gebrannte Magneſie** (magneſia vſta), und iſt die wahre **Bittererde**.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der Chemie. Th. I. §. 368. u. ſ. **Deſſen** Grundriß der Chemie. Th. I. Halle 1796. 8. §. 321. u. ſ. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 257.

Blaſen, Luftblaſen (bullae aëreae, bulles d'air) heißen kleine kugelförmige Luftmaſſen, welche von einer dünnen und zarten Hülle einer flüſſigen Materie umſchloſſen, oder auch ſonſt in irgend einer andern Materie eingeſchloſſen ſind.

Wenn Luftblaſen entſtehen ſollen, ſo muß die Elaſticität der Luft ſtärker wirken, als die Kraft der Theile der flüſſigen Materie, mit welcher ſie zuſammenhängen. Daher kömmt es, daß gleichſam durchs Hineinblaſen in einen flüſſigen Tropfen derſelbe ſich kugelförmig ausdehnet, und zuſammenhängend eine Hülle der Luftmaſſe abgibt. Da auch ferner durch einen erhöheten Grad der Temperatur die Elaſticität der Luft verſtärket wird, ſo können auch Luftblaſen durch die Einwirkung der Wärme entſtehen u. d. g. Jedoch hat die Ausdehnung der flüſſigen Materie ihre Grenze. Hat ſie dieſe erreichet, und die Expanſion der eingeſchloſſenen Luft dauert noch fort, ſo zerplatzt die Hülle, die eingeſchloſſene Luft vermiſcht ſich mit der Atmosphäre, und die flüſſige Hülle fällt in der Geſtalt eines oder mehrerer Tropfen herab. Sonſt kann aber auch die Luftblaſe zerſprengt werden durch Einwirkung äußerer Kräfte, als durch einen Stoß oder durch eine andere äußere Kraft. Man findet dieß alles in der Erfahrung beſtätiget an den ſo genannten **Seiffenblaſen**, welche ſonſt nur ein

Spiel der Kinder ſind. Auch alsdann bemerket man häufige Luftblaſen im reinen Waſſer, wenn ſich die in ſelbigem eingeſchloſſene Luft entwickelt, oder wenn es ſonſt mit der Luft vermenget wird. So ſteigen z. B. beym Kochen des Waſſers und anderer Flüſſigkeiten Luftblaſen auf, welche aber wegen der fortdauernden Expanſion der eingeſchloſſenen Luft durch die Hitze an der Oberfläche zerſpringen; ſo iſt der **Schaum** eine Menge kleiner und größerer Luftblaſen, der allenthalben entſteht, wo ſich Flüſſigkeiten mit der Luft vermiſchen, als z. B. bey dem Einſchenken eines Bieres, bey der Gährung, beym Aufbrauſen, bey den Meereswellen, bey andern ſehr ſchnell fortfließenden und an Hinderniſſe ſtoßenden Gewäſſern u. d. g.

Die Hülle von der flüſſigen Materie, welche die Luftmaſſe umgibt, iſt äußerſt dünne. Man kann ſie alſo ohne merklichen Fehler als ein dünnes Prisma betrachten, deſſen Grundflächen der Oberfläche der Kugelgeſtalt, und deſſen Höhe der Dicke der Hülle gleich iſt. Es ließe ſich alſo die Dicke dieſer Hülle auf folgende Art finden. Wenn Seifenblaſen mit brennbarer Luft gefüllet werden, ſo ſteigen ſie in der Atmosphäre in die Höhe. Geſetzt alſo, es ſey der Durchmeſſer der Luftblaſe $= \delta$, die Dicke der Hülle $= x$, das ſpecifiſche Gewicht des Seifenwaſſers $= \mu$, das der atmosphäriſchen Luft $= \gamma$ und das der brennbaren Luft $= \nu$, ſo erhellet, daß das Gewicht der Hülle gleich ſey

$$x \pi \delta^2 \mu, \text{ und}$$

daß der ganze kugelförmige Raum, welchen die Luftblaſe einnimmt, mit brennbarer Luft gefüllt, wiege $\frac{1}{6} \pi \delta^3 \nu$. Da nun ferner das Gewicht der brennbaren Luft, welche den Raum, der Kugelhülle einnähme, $= x \pi \delta^2 \nu$, ſeyn muß, ſo wird überhaupt die ganze Luftblaſe mit brennbarer Luft gefüllt, die Kugelhülle mit gerechnet, wiegen

$$x \pi \delta^2 \mu - x \pi \delta^2 \nu + \tfrac{1}{6} \pi \delta^3 \nu;$$

im Fall ſie nun in der Atmosphäre ſchweben ſoll, wird erfordert, daß

$$x \pi \delta^2 \mu - x \pi \delta^2 \nu + \tfrac{1}{6} \pi \delta^3 \nu = \tfrac{1}{6} \pi \delta^3 \gamma \text{ ſey.}$$

Hieraus

Hieraus erhält man nun

$$x(\mu-\nu) + \tfrac{1}{6}\delta\nu = \tfrac{1}{6}\delta\gamma \text{ oder}$$
$$x(\mu-\nu) = \tfrac{1}{6}(\gamma-\nu)\delta \text{ und}$$
$$x = \frac{(\gamma-\nu)}{6(\mu-\nu)}\delta.$$

Wäre z. B. $\mu=800$, $\gamma=1$ und $\nu=\frac{1}{5}$, ſo findet man

$$x = \frac{4}{20034}\delta \text{ beynahe} = \frac{1}{5008}\delta.$$

Sollen demnach Blaſen von 2 pariſer Zoll im Durchmeſſer nicht nur in der Luft ſchweben, ſondern ſelbſt in ſelbiger in die Höhe ſteigen, ſo müßte die Dicke der Hülle der Luftblaſe viel weniger als $\frac{1}{2504}$ par. Zoll Dicke betragen. In der Natur findet dieſe Rechnung jedoch nicht ſo ganz vollkommen Statt, weil die Hülle an allen Stellen nicht gleich dick iſt; anfänglich iſt das Häutchen der Luftblaſe ſtärker, fängt aber bald an oben dünner zu werden, indem die flüſſige Materie vermöge der Schwere auf der Kugelfläche abläuft, und ſich unten oft in Geſtalt eines hängenden Tropfens zeiget. **Newton** *) gebrauchte die Seifenblaſen zu ſeinen Verſuchen über die Farben dünner Scheibchen. So bald durchs Ablauffen des Waſſers der obere Theil der Blaſe eine gewiſſe Dünne erhalten hat, ſo zeigen ſich daſelbſt zuerſt Farben, die ſich nachher um die ganze Kugelhülle verbreiten. Zuletzt entſtehen oben ſchwarze Flecken, die ſich weiter ausdehnen, da denn endlich die Blaſe zerplatzt.

Außerdem trifft man eine Menge Luftblaſen in andern Materien eingeſchloſſen an, welche von keiner flüſſigen Hülle umſchloſſen ſind, wie z. B. im Glaſe, in den ſo genannten Glastropfen, im Eiſe u. d. g. mehr. Ja man gebraucht oft eine in einer gläſernen mit gefärbtem Liquor angefüllten Röhre eingeſchloſſene Luftblaſe mit großem Vortheile bey genauen und richtigen Meſſungen. Dergleichen gläſerne Röhren nennt man **Libellen**, auch **Waſſerwagen mit der Luftblaſe**. Was erfordert werde, daß eine ſolche Libelle vollkommen ſey, kann

*) Optice Lib. II. P. I. obſ. 17 ſqq.

kann man finden in meinen Anfangsgründen der Feldmeßkunſt. Jena 1795. 8. §. 129 u. f.

Bläschen, Dunſtbläschen ſ. **Dünſte.**

Blendung, Bedeckungen der Gläſer (annulus aperturam lentium definiens, anneau, qui couvre le bord des verres dioptriques) iſt eine ringförmige Bedekkung der Gläſer in den optiſchen Werkzeugen, damit diejenigen Strahlen, welche von der Axe der Gläſer entfernet auf ſelbige auffallen, abgehalten werden, um wegen der Abweichung der Kugelgeſtalt der Gläſer kein undeutliches Bild zu verurſachen. (M. ſ. **Abweichung, dioptriſche.**) Gemeiniglich ſind die Blendungen Ringe von Pappe, Horn, Holz, Blech u. d. g., die ſchwarz gefärbt ſind. Dadurch wird nun verurſachet, daß die Strahlen allein, welche nahe an der Axe auffallen, durch eine kreisrunde Oeffnung, welche **Apertur** genannt wird (ſ. **Apertur**), fallen, und nach der Brechung ein vollkommen deutliches Bild geben. Es iſt ſchon oben unter dem Artikel **Apertur** weitläuftig gehandelt worden, wie groß die Oeffnung genommen werden müſſe, damit ſo viel als möglich, weder der Deutlichkeit des Bildes, noch der Größe des Geſichtsfeldes und der Vergrößerungszahl geſchadet werde. Nach dieſer wird ſich alsdann auch die Größe der Blendung richten müſſen.

Bley (plumbum, plomb) iſt ein unedles Metall von einer bläulich weißen Farbe. Sein ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem des Waſſers iſt nach Wilke = 11,4561. Es iſt ſehr dehnbar, weich, nicht zähe, und ſchmelzt im Feuer noch vor der Glühehitze. Im Bruche hat es zwar einen ſtarken Glanz, der ſich aber an der Luft bald verlieret. Ueberhaupt ſäuert das Bley an der Luft, vorzüglich wenn ſie feucht iſt, und verwandelt ſich in eine graue weißliche Bleyhalbſäure. Wenn es gerieben, gebogen oder erhitzt wird, ſo hat es einen eigenen beſondern Geruch. In heftiger Hitze verwandelt es ſich in weißen Dunſt, und wird zu einer expanſibeln Flüſſigkeit. An der Luft geſchmolzen ſäuert es ſich leicht zu einer grauen Halbſäure, welche **Bleyaſche** genannt wird;

wird; dieſe Halbſäure nimmt in einer ſtärkern Hitze noch mehr Säure auf, und wird gelb, welches **Maſſikot** heißt, zuletzt endlich wird ſie roth, und heißt **Mennig.** Wird dieſe rothe Bleyhalbſäure noch mehr dem Feuer ausgeſetzet, ſo verwandelt ſie ſich zu einem Glaſe, welches **Bleyglas** heißt, und alle Tiegel durchbohrt. Mit Kieſelerde geſchmolzen wird dieſes Glas gelb wie ein Topas. Durch Zuſätze von etwas Brennbaren, als Kohle, laſſen ſich die Bleyhalbſäuern wieder herſtellen. Das Bley löſet ſich in allen Säuern auf. In der concentrirten Schwefelſäure muß das klein gehackte Bley eine Zeit lang gekocht werden, wobey ſich ein Gas entwickelt, und eine weiße Salzmaſſe niederſchläget. Nach dem Abwaſchen dieſer Maſſe mit kaltem Waſſer bleibt eine weißliche mit Schwefelſäure vereinigte kalkartige Maſſe übrig, welche **ſchwefelgeſäuertes Bley** (plumbum ſulphuricum, ſulphas plumbi, ſulfate de plomb) (ſonſt **Bleyvitriol** (vitriolum ſaturni)) genannt wird. Dieſe Bleyhalbſäure löſet ſich nur im kochenden Waſſer und zwar in geringer Menge auf, und ſchießt nach dem Erkalten in nadelförmigen Cryſtallen an. Auch durchs Abdampfen der Auflöſung des Bleyes in concentrirter kochender Schwefelſäure entſtehen ähnliche Cryſtallen, welche aber wegen der anhängenden Säure ätzend ſind, und ſauer ſchmecken.

In der Salpeterſäure löſet ſich das Bley ſehr leicht auf; dabey entwickelt ſich ein ſalpeterhalbſaures Gas, und es entſtehet eine weiße Bleyhalbſäure. Dieſe Bleyhalbſäure löſet ſich in ſchwächerer Salpeterſäure auf, und man erhält **ſalpetergeſäuertes Bley** (plumbum nitricum, nitrum ſaturninum, plumbum nitratum, nitras plumbi, nitrate de plomb) (ſonſt **Bleyſalpeter**). Es cryſtalliſiret ſich dieſes in weiße Cryſtallen. Auf glühende Kohlen getragen verpufft es mit einem ſtarken Praſſeln, weßwegen es auch **Knallbley** (plumbum fulminans, ſaturnus flammans) genannt wird.

Die Kochſalzſäure hat wenig Wirkung auf das Bley. Gießt man aber dieſe auf eine Bleyauflöſung in Salpeterſäure,

ſäure, ſo entſteht ein weißer flockiger Niederſchlag, der aus Bleyhalbſäure und Salzſäure beſteht, welche **kochſalzgeſäuertes Bley** (plumbum muriaticum, murias plumbi, muriate de plomb) (ſonſt **Hornbley** (plumbum corneum)) genannt wird. Es löſet ſich dieſes Salz ſchwer im Waſſer auf, und erfordert davon, nach **Wenzel**, im Sieden 30 Theile. Durchs Abdampfen dieſer Auflöſung aber ſchießen kleine nadelförmige Cryſtallen an, welche einen ſüßlichen Geſchmack haben, und an der Luft beſtändig ſind.

Auch die Pflanzenſäuren löſen das Bley leicht auf.

Die Dämpfe der Eſſigſäure zerfreſſen das Bley zu einer weißen Halbſäure, welche man **Bleyweiß** nennt (cerussa alba), welches ſo vielfältig in der Oelmahlerey und in der Arzneykunſt, vorzüglich zu kühlenden Umſchlägen, äußerlich gebrauchet wird. Die Bleyhalbſäuren, als Mennige, Bleyweiß, löſen ſich im Eſſig völlig und ſehr leicht auf, und dieſe Auflöſung nennt man **Bleyeſſig** (acetum ſaturni, lythargyri). Hat man zu dieſer Auflöſung deſtillirten Eſſig gebraucht, ſo iſt ſie helle und farbenlos, ſchmeckt ſehr ſüße und herbe, und ſchießt nach dem Abdampfen zu glänzenden weißen nadelförmigen Cryſtallen an, welche **eſſiggeſäuertes Bley** (plumbum aceticum, acetis plumbi, acetite de plomb), und wegen des ſüßen Geſchmacks auch **Bleyzucker** (ſaccharum ſaturni) genannt werden. Mit dieſem Salze pflegen oft die Weinhändler die ſauern Weine ſüße zu machen, welche aber äußerſt ſchädlich ſind.

Mit dem Schwefel verbindet ſich das Bley ſehr leicht, und das aus dieſer Verbindung entſtandene geſchwefelte Bley ſchmelzt ſchwerer als Bley. Mit vielen Metallen verbindet ſich das Bley nicht, am leichteſten aber mit dem Zinn.

Uebrigens iſt das Bley eines von den Metallen, welches zu menſchlichen Verrichtungen ſehr häufig gebrauchet wird.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. gr. 8. §. 2535 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 306 f.

Bliz, Wetterſtrahl (fulmen, éclair, foudre) iſt eine elektriſche Lufterſcheinung, welche wir gewöhnlich bey den Gewittern wahrnehmen, indem uns eine ſchnelle und gleich vorübergehende Erleuchtung davon überzeuget. Es iſt bekannt genug, daß oft der Blitz Körper auf der Erde trifft, und dann heißt er eigentlich erſt **Wetterſtrahl**.

Von dieſem ſo fürchterlichen als prachtvollen Phänomene der Natur hatten die Alten ſehr abergläubige Meinungen, indem man glaubte, daß die Götter die Blitze ſelbſt ſchmiedeten, und, wenn ſie zornig wären, dieſelben auf das menſchliche Geſchlecht herabſchleuderten. Nach den abergläubigen Zeiten hielt man den Blitz für eine Entzündung in der Luft ſchwebender ſchwefeliger Dünſte, welche durchs Reiben an einander die ſchnelle Erleuchtung verurſachten. Selbſt **Muſſchenbroek** α) ſcheint noch dieſer Meinung ergeben zu ſeyn, indem er verſchiedene Arten des Blitzes unterſcheidet. Einige ließ er aus der Erde hervorbrechen, welche aus einer unter der Erde entzündeten ſchwefeligen Maſſe entſtehen ſollten, andere aber ließ er vom Himmel herabkommen, welche aus brennbarem Stoff beſtehen ſollten. Da man in dieſem 18ten Jahrhunderte ſich mehr als ſonſt mit elektriſchen Verſuchen beſchäfftigte, ſo konnte es gar nicht fehlen, auf den Gedanken zu kommen, daß der Blitz vom elektriſchen Funken nur in Anſehung der Stärke verſchieden ſey. Schon D. **Wall** β) ſagt, das Licht und Kniſtern des geriebenen Bernſteins ſcheinet einiger Maßen Blitz und Donner vorzuſtellen. Der Abt **Nollet** γ) geht noch weiter und ſagt: „ſollte ſich „jemand vornehmen, durch eine mit hinlänglichen Erſchei„nungen verſehene Vergleichung zu beweiſen, daß der Donner „unter den Händen der Natur eben das ſey, was die Elektri„cität unter den unſrigen iſt, daß dieſe Wunder, damit wir „jetzt nach unſerm eigenen Gutdünken ſchalten, kleine Nach„ahmungen von denjenigen ſtarken Wirkungen ſind, die

„uns

α) Introductio ad Philoſoph. natur. §. 2522 ſqq.
β) Philoſoph. transact. Vol. XXVI. for 1708. n. 314.
γ) Leçons de phyſ. Paris 1744. Vol. IV. S. 34. in der Ueberſetzung Th. IV. Erf. 1751. 8. S. 730 u. f.

„uns ſo ſehr erſchrecken, und daß alles von einerley Mecha„nismus herrühre: ſollte man ferner zeigen, daß eine durch „die Wirkſamkeit der Winde, durch die Hitze, die Vermi„ſchung der Dünſte, u. ſ. w. zubereitete Wolke, wenn ſie „einem irdiſchen Objekte gerade entgegenſtehet, eben das ſey, „was der elektriſche Körper bey der Gegenwart und einer ge„wiſſen Annäherung desjenigen iſt, den man noch nicht elektri„ſiret hat; ſo geſtehe ich, daß mir dieſe Meinung, wenn ſie „mit guten Gründen ſollte unterſtützet ſeyn, ungemein wohl „gefallen würde; und wie viele ſcheinbare Beweiſe ſtellen ſich „nicht einem Manne dar, der eine vollkommene Erfahrung „in der Elektricität erlangt hat. Die allgemeine Gegenwart „der elektriſchen Materie, ihre ſchnelle Wirkſamkeit, ihre „Brennbarkeit, und ihre Kraft andere Materien zu entzün„den; die Eigenſchaften, welche ſie hat, die Körper äußer„lich und innerlich bis auf ihre kleinſten Theile zu erſchüttern; „das ganz ſonderbare Beyſpiel, welches wir von dieſer Wir„kung an dem leydenſchen Experimente haben; die Vorſtel„lung, welche man ſich billig davon machen kann, indem „man dabey einen größern Grad der elektriſchen Kraft voraus„ſetzet, und noch anderes mehr: alle dieſe Stücke der Aehn„lichkeit, die ich ſeit einiger Zeit in genauere Ueberlegung gezo„gen habe, bewogen mich, nach und nach zu glauben, daß man „ſich von dem Donner und Blitze, wenn die Elektricität zum „Muſter genommen wird, weit richtigere und wahrſchein„lichere Vorſtellungen machen könne, als von alle dem, was „man ſich bisher eingebildet hat, u. ſ. f.„ Dieſe Muthmaßung über die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektriſchen Funken ward im Jahre 1746 von Herrn **Winkler** in Leipzig zuerſt als eine unläugbare Wahrheit ſehr überzeugend bewieſen, ob man ſonſt wohl **Franklin** für den erſten angibt, welcher dieſe Uebereinſtimmung des Blitzes mit dem elektriſchen Funken entdecket habe. Allein eine Schrift *) worin ſich ein eigenes Kapitel findet: ob Schlag und Funken der verſtärkten Elek-

*) Von der Stärke der elektriſchen Kraft des Waſſers in gläſernen Gefäßen. Leipzig 1746. 8.

tricität für eine Art des Blitzes und Donners zu halten ſind? worin die Frage bejahet, und der einzige Unterſchied in die Stärke geſetzet wird, iſt ein hinlänglicher Beweis, daß **Winkler** der erſte Urheber dieſer Entdeckung ſey. Er ſelbſt führt in einem Programm *) an, daß vor ihm noch keiner behauptet habe, daß der Blitz und der elektriſche Funken völlig übereinſtimme. Jedoch iſt nicht zu läugnen, daß **Franklin** in Philadelphia im Jahre 1747 noch überzeugender darthat, daß der Blitz bloß ein elektriſcher Funke, und die Gewittermaterie mit der elektriſchen Materie völlig einerley ſey. Nachdem er ſich nämlich durch ſehr viele Verſuche überzeuget hatte, daß ſpitzige Körper die Elektricität weit mehr und in einer größern Entfernung gleichſam anzögen, als abgeſtumpfte, ſo kam er auf den kühnen Gedanken, durch metallene Spitzen den Blitz aus der Luft auf die Erde herab zu leiten β). In ſeinen Briefen warnet er zuerſt ſeine Leſer, ſich nicht wegen des großen Unterſchiedes der Wirkungen in Anſehung des Blitzes und des elektriſchen Funkens irre machen zu laſſen, nachher zeiget er die Aehnlichkeit des Blitzes mit der Elektricität umſtändlich. Er bemerket nämlich, daß die Blitze in der Luft wellenförmig laufen, welches auch bey dem elektriſchen Funken Statt finde, wenn er aus einem irregulären Körper in einiger Entfernung herausgelocket wird; Blitze träfen die höchſten und ſpitzigſten Gegenſtände auf ihrem Wege weit eher, als andere, wie z. B. Thürme, Bäume, Schiffsmaſte u. d. g., aber auch das elektriſche Fluidum werde von ſpitzigen Leitern weit ſchneller aufgenommen, und ſtröme auch aus ſelbigen weit eher, als von denjenigen, welche ſich in eine breite Oberfläche endigen; ferner ergreifen beyde der Blitz und die Elektricität die beſten Leiter, ſengen und brennen, ſchmelzen Metalle, durchlöchern feſte Körper, tödten Menſchen und Thiere, machen ſie blind, benehmen den Magneten ihre Kräfte, oder verändern ihre Pole. Um nun die Gleichheit

*) De auertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753.

β) New experim. and obſervat. on electricity in ſeveral letters to Mr. Collinſon, by *Benj. Franklin*, Lond. 1751. 4. Franklins Briefe von der Elektricität, überſ. von **Wilke**. Leipz. 1758. 8. S. 50 ff.

Gleichheit der elektriſchen Materie mit der Materie des Blitzes aufs vollkommenſte zu beweiſen, erfand er ein Mittel, den Blitz aus der Luft auf die Erde zu locken. Im Jahre 1752, im Junius, bereitete er einen elektriſchen Drachen (m. ſ. **Drache, elektriſcher**) auf folgende Art zu: er nahm zwey Stäbe, die er kreuzweiſe mit einander verband, breitete darüber ein ſeidenes Schnupftuch aus, und verſahe dieſen Apparat mit einer eiſernen Spitze und einer hanfenen Schnur nebſt daran befeſtigtem Schlüſſel; das Ende dieſer Schnur war von Seide, um die elektriſche Kraft an dem Schlüſſel nicht weiter fortzuleiten. Dieſen elektriſchen Drachen ließ er zur Zeit eines Gewitters in die Luft ſteigen, und bemerkte erſt nach langer Zeit an dem Schlüſſel einen elektriſchen Funken, welchen er immer häuffiger und ſtärker beobachtete, als die hanfene Schnur naß und folglich ein beſſerer Leiter wurde. Nach dieſen ſo glücklich angeſtellten Erfahrungen richtete er eine eiſerne iſolirte Stange auf, um den Blitz in ſein Haus herabzuleiten, um nach ſeiner Bequemlichkeit Verſuche anſtellen zu können. Damit er nun keine Gelegenheit verabſäumen möchte, ſo befeſtigte er an der Stange zwey Glöckchen, welche ihm durchs Geläute die Elektriſirung der Stange andeuteten. Da er nun durch dieſe Verſuche von der Gleichheit der elektriſchen Materie und der Materie des Blitzes überzeuget war, ſo war es ihm auch darum zu thun, zu wiſſen, ob die Gewitterwolken poſitiv oder negativ elektriſirt ſind. Im Jahre 1753, am 12. April, fand er die Wolken negativ elektriſiret, in eben demſelben Jahre beobachtete er auch Wolken, welche poſitiv elektriſiret waren. Ja er fand bisweilen, daß, bey einerley Gewitter, Wolken von poſitiver Elektricität in negative und umgekehrt übergingen. Endlich beobachtete er auch in der Luft Elektricität, ohne daß ein Donnerwetter zu ſpüren war.

Noch vor den Verſuchen Franklins in Nordamerika, den Blitz aus der Luft auf die Erde herabzuleiten, wurden in dem Jahre 1752 in Frankreich dergleichen Verſuche, ohne daß Franklin hiervon etwas wuſte, mit dem erwünſchten

Erfolge angeſtellt. **Dalibard** und **Delor**, welche der Meinung Franklins zugethan waren, richte en eiſerne Stangen auf, und zwar jener, zu **Marly-la-ville**, eine von 40 Fuß Höhe, deren Fuß vor dem Regen geſichert, und welche mit ſeidenen Schnüren an Pfählen, die nicht beregnet werden konnten, befeſtiget war. Am 10. May 1752, Nachmittags, war ein Tiſchlermeiſter, Nahmens **Coiffier**, ſo glücklich, elektriſche Funken aus der Stange, über welche eine Gewitterwolke wegzog, herauszuziehen, er rief hierauf den Pfarrer dieſes Ortes und noch andere Zeugen herbey, welche erkannten, daß dieſe Funken elektriſcher Natur waren. Die eiſerne Stange aber des **Delor's** in Paris aber war 99 Fuß hoch, woran er 8 Tage nach jenem Verſuche ebenfalls elektriſche Funken beobachtete, obgleich nur eine einzige Wolke über ſelbige hinweg zog, und es dabey weder blitzte noch donnerte. Dieſe Verſuche wurden von **Delor** auf Verlangen des Königs wiederhohlt, welcher ſie mit dem größten Vergnügen anſah. Durch dieſen Beyfall des Königs wurden der Graf von **Büffon**, **Mazeas** und **le Monnier** aufgemuntert, dergleichen Verſuche noch viel weiter zu treiben, und le Monnier bemerkte ſchon, daß ein gemeines Sprachrohr, welches etwa 5 bis 6 Fuß vom Erdboden an Seide aufgehängt war, ſchon Zeichen der Elektricität äußerte. Auch fand le Monnier, daß eine Perſon, welche auf einem Harzkuchen ſtand, und eine ungefähr 18 Fuß lange hölzerne Stange, um welche Draht gewunden war, in der Hand hielt, beym Gewitter ſo vollkommen elektriſiret ward, daß man aus ihr ſehr lebhafte Funken ausziehen konnte.

In eben dem Jahre 1752 wurden in England von den Herrn **Canton**, **Wilſon** und **Bevis** dergleichen Verſuche mit ſehr gutem Erfolge angeſtellt. Herr Canton gebrauchte dabey die Vorſicht, an das untere Ende des ableitenden Drahtes einen zinnern Deckel zu befeſtigen, um von der Glasröhre, worin derſelbe ſteckte, den Regen abzuhalten. Auf dieſe Art erhielt er elektriſche Funken in einer Entfernung von einem halben Zolle. Auch wurde ſchon von ihm entdeckt, daß

daß unter den Gewitterwolken einige poſitiv andere aber negativ elektriſiret ſind.

Da dieſe Entdeckung über die Gleichheit der Materie des Blitzes mit der elektriſchen natürlich viel Aufſehen machte, ſo bemühete man ſich, auch in andern Ländern Verſuche mittelſt elektriſcher Drachen und iſolirter Stangen anzuſtellen. Vorzüglich zeichnen ſich die vielen und mancherley Verſuche des Herrn **Beccaria** *) zu Turin, und die des **de Romas** zu Nerac aus. De Romas gebrauchte zu ſeinen Verſuchen einen elektriſchen Drachen von Papier, welcher 18 Quadratfuß Fläche hatte, und an einer hänſenen mit Draht durchwirkten Schnur befeſtiget war. Vermittelſt dieſes Drachens brachte er eine ſo ſtarke Elektricität aus der Luft herab, daß er ſelbſt in Lebensgefahr war. Endlich wurde ſelbſt der Prof. **Richmann** in Petersburg am 6ten Auguſt 1753 ein Opfer eines ſolchen ſtarken elektriſchen Funkens. Am Dache ſeines Hauſes hatte er eine eiſerne Stange ausgeſteckt, von welchem metallene Drähte ins Haus geleitet, und am Ende durch einen gläſernen Becher, der zum Theil mit Meſſingſpähnen gefüllt war, iſoliret waren, um die Elektricität daſelbſt anzuhäuſen. An einem Drahte hatte er einen Faden aufgehangen, welcher bey Elektriſirung der eiſernen Stange vor dem Drahte floh, und folglich mit dieſem einen Winkel machte. Um dieſen Winkel zu meſſen, hatte er einen Quadranten daſelbſt angebracht. Als er am gedachten Tage Mittage nach 12 Uhr an dem Elektricitätszeiger die Wirkung der Elektricität des an dieſem Tage aufgeſtiegenen Gewitters Acht gab, und ſich gegen denſelben nach ſeiner Gewohnheit gebückt hatte, ſo daß er etwa einen Fuß von dem Ende des Metalls mit ſeinem Kopfe entfernet war, ſo fuhr ein Wetterſtrahl in Geſtalt eines weißlichblauen Feuerballs, etwa einer Fauſt groß, aus dem Drahte nach ſeinem Kopfe, und warf ihn, ohne daß er einen Laut von ſich gegeben hätte, rückwärts todt zu Boden. Auch der akademiſche Kupferſtecher, **Sokolow**, welchen **Richmann** gewöhnlich zu ſeinen elektriſchen Verſuchen mit

*) Lettere dell' elettriciſmo. Bologna 1758. 4.

ſich nahm, ward betäubt niedergeſtürzt. Der Wetterſtrahl war mit einem heftigen Knall begleitet und ließ einen ſtarken Dampf, welcher nach Schwefel roch, zurück. Bey der Beſichtigung des Herrn Prof. **Richmann's** fand man am obern Theile der Stirn etwas gegen die linke Seite zu, einen länglich runden, mit Blut unterlaufenen Fleck, und am Leibe, vorzüglich auf der linken Seite, vom Halſe an bis auf das Hüftbein, 8 theils größere theils kleinere rothe und blaue Flecke. Die übrigen kleinen Flecke ſahen aus, als wenn ſie von angezündetem Pulver entſtanden wären. Am linken Fuße war der Schuh aufgeriſſen, ohne jedoch ein Merkmahl einer Verſengung daſelbſt wahrzunehmen, nur an dem bloßen Fuße ſahe man daſelbſt einen mit Blute unterlaufenen Fleck. Innerlich fand man in der Luftröhre und in der Lunge ausgetretenes Geblüte, ſo wie auch beſonders die Gekrösdrüſe gequetſcht, und ihre Einfaſſung mit ausgetretenem Blute angefüllt war. Nach zweymahl 24 Stunden war der Körper in eine völlige Fäulniß übergegangen. Nachdem man den Gang beſichtigte, wo dieſer Zufall geſchehen war, fand man, daß der Pfoſten von der offen geſtandenen Thüre des Einganges von oben herunter halb geſpalten, und mit der Thür in den Gang geworfen war. Auch war der gläſerne Becher und der Draht zerſchmettert, und glühende Stücke des Drahtes hatten in das Kleid des Sokolow's Striemen eingeſengt. Dieſer traurige Vorfall bewies unläugbar die Identität der elektriſchen Materie mit der Materie des Blitzes, und man hat auch ſeit dieſer Zeit den Blitz ganz allgemein für ein elektriſches Phänomen anerkannt. Ueberhaupt laſſen ſich auch die Erſcheinungen und Wirkungen des Blitzes, wenn man den Grad der Stärke ausnimmt, an einer Elektriſirmaſchine im Kleinen zeigen. Als ein klaſſiſches Werk vom Blitze iſt vorzüglich das von **Reimarus** *) zu empfehlen.

Man

*) Vom Blitze. Hamburg 1778. 8. Deſſelb. neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. gr. 8.

Man hat durch elektriſche Drachen, durch den Condenſator und durch den Elektricitätsſammler (m. ſ. **Drache, elektriſcher, Condenſator, Elektricitätsſammler**) hinlänglich und überzeugend dargethan, daß in der Atmoſphäre die Elektricität vorzüglich ſtets wirkſam ſey. Die mehrſten und zuverläſſigſten Beobachtungen hierüber hat der Herr **de Sauſſüre** *) angeſtellt. Er hat gefunden, daß die Elektricität der Atmosphäre in verſchiedenen Höhen über der Erdfläche gar ſehr verſchieden, und ſelbſt an ein und eben demſelben Orte vielen Veränderungen unterworfen iſt. Seine Beobachtungen haben ihn ferner gelehret, daß die Elektricität an den höchſten Orten am ſtärkſten ſich zeige, daß ſie bey Nebeln vorzüglich anzutreffen ſey, und immer mehr zunehme, wenn ihre Bläschen einander näher kommen. Man findet daher auch die ſtärkſte Elektricität in dichten Nebeln und in dichten dunkeln Wolken, welche ſie aber verlieren, wenn ſie ſich in Regen auflöſen. Weiter überzeugten ihn ſeine Beobachtungen, daß die Elektricität in den hellſten und heiterſten Tagen, ſowohl im Sommer als Winter, am Tage und in der Nacht, an der Sonne und im Thaue poſitiv, aber einer merklichen Veränderung unterworfen ſey, indem nämlich die Elektricität der heitern Luft im Winter von der Zeit an, da der Thau völlig niedergeſchlagen iſt, bis zum Sonnenaufgange am ſchwächſten iſt, nachher aber zunimmt, und faſt immer noch vor Mittage einen gewiſſen höchſten Grad erreicht, nachher aber wieder abzunehmen ſcheinet, bis ſie bey dem Falle des Thaues oft am ſtärkſten, und hierauf ſtuffenweiſe wieder ſchwächer wird.

Nach dieſen Beobachtungen verſuchte man nun eine Erklärung von dem Blitze zu geben, und glaubte die Urſachen deſſelben völlig gefunden zu haben. Es theile nämlich die elektriſche Atmosphäre die Elektricität den Wolken mit, welche alſo als iſolirte in der Luft ſchwebende Leiter betrachtet wurden, und dadurch häufe ſich die elektriſche Materie in

*) Voyages dans les Alpes p. *Hor. Bened. de Sauſſure* T. II. à Geneve 1786. 4. Chap. 28.

denſelben an. Käme alsdann eine unelektriſirte Wolke jen
geladenen Wolke nahe, ſo würde ſie dadurch entladen, u
gebe den Blitz als elektriſchen Funken. Auch durch Verth
lung könne in den über oder neben einander ſtehenden W
ken entgegengeſetzte Elektricität erzeuget werden, und endli
durch Annäherung derſelben ein deſto ſtärkerer Blitz entſt
hen. Endlich könne ſelbſt die Elektricität einer Wolke
ſtark angehäufet werden, daß ihre elektriſche Atmosphäre ſi
bis zur Erdfläche erſtrecke, welche die entgegengeſetzte Ele
tricität der Wolke aufnehme, und bey größerer Annäherun
der Wolke gegen die Erde einen Blitz auf ſelbige hera
ſchleudern. Dieſes Blitzen der Gewitterwolken dauere
lange, bis entweder das Gleichgewicht der Elektricität vo
handen ſey, oder die Wolken ſich völlig durch Regen en
laden hätten.

Die Herrn **Wilke** *) und **Aepinus** haben im Kleine
einen Verſuch angegeben, welcher eben das zeigen ſoll, wa
beym Gewitter im Großen geſchiehet. Wenn man nämli
zwey glatte und runde Breter mit Zinnfolie belegt, das ein
Bret auf einen Tiſch oder Stuhl u. d. g. Unterlager in ein
horizontale Lage bringt, auf der einen Seite des andern Bre
tes ſeidene Schnüre oder einen ſonſt nicht leitenden Handgri
anbringt, um es auf das erſte Bret bringen und wiede
wegnehmen zu können, ſo wird man dadurch folgenden Ver
ſuch anzuſtellen im Stande ſeyn. Verbindet man das Bre
mit den ſeidenen Schnüren mit einer Elektriſirmaſchine, nä
hert es alsdann dem auf dem Unterlager liegenden Brete, ſ
wird dieſes die entgegengeſetzte Elektricität von jenem erha
ten; und wenn man alsdann beyde Breter zugleich berüh
ret, ſo wird man dadurch einen elektriſchen Schlag empfin
den. Wenn ferner beyde Breter in parallelen Lagen unge
fähr einen halben Zoll weit von einander geſtellet werden
und es wird das obere Bret mittelſt einer Elektriſirmaſchin
ſehr ſtark geladen, ſo geſchiehet endlich die Entladung de
erhaltenen Elektricitäten von ſelbſt mit einem ſtarken Knal
und

*) Diſſ. de electricitatibus contrariis. Roſtoch. 1757. 4. exp. 58.

und einem durch die Luft brechenden Funken. Vor dem Schlage ziehen ſich die Breter ſtark an, während des Schlages aber werden ſie von einander geworfen. Befände ſich in der Mitte des einen Bretes ein kleiner hervorragender Körper, ſo erfolget die Entladung durch dieſen Körper: ſteht aber ſtatt dieſes kleinen Körpers eine ſcharfe Spitze auf dem Brete, ſo iſt man nicht im Stande einen elektriſchen Schlag hervorzubringen. Aus dieſem Verſuche ſchließt man nun, daß die Gewitterwolken als elektriſirte Condenſatoren zu betrachten ſind, welche bey ihrer Annäherung ſich eben ſo wie die beyden Breter der Elektricität entladen, und daher den Blitz zu Wege bringen. Wenn folglich über der Erdfläche eine von der Luft elektriſirte Wolke ſchwebe, und derſelben nahe genug ſey, ſo erfolge ebenfalls eine Entladung, welche insgemein die erhabenſten Gegenſtände, als Thürme, Bergſpitzen, Bäume u. d. g. am erſten treffe.

So wahrſcheinlich aber auch die angeführten Gründe zur Erzeugung des Blitzes ſeyn mögen, ſo ſehr ſind ſie vom Hr. **de Lüc** *) entkräftet worden. Er führet dagegen an:

1. Wenn ſich Gewitterwolken in ein und der nämlichen Luftſchicht bilden, und alle zu gleicher Zeit entſtehen, ſo weiß man gar keine Urſache anzugeben, warum einige eine ſo große Menge, andere aber einen Mangel an elektriſcher Materie erhalten ſollten. Es iſt daher völlig unbegreiflich, daß bey Gewitterwolken, welche eine völlige zuſammenhangende Maſſe bilden, und den Himmel als ſelbige überziehen, hier und da die Elektricität nur anhäufen ſollte, da ſie doch wegen der zuſammenhängenden Wolken in der ganzen Maſſe ſich ausbreiten und ins Gleichgewicht ſetzen müßte.
2. Geſetzt aber auch, es fände bey der Bildung der Wolken ein ſolcher unbegreiflicher Unterſchied des elektriſchen Zuſtandes zwiſchen ihnen Statt, ſo iſt es doch unbegreiflich,

*) Siebenter Brief des Herrn de Lüc an Herrn de la Metherie über die Schwierigkeiten in der Meteorologie u. ſ. aus dem Journal de phyſ. Aôut 1790. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 234. u. f. §. 13. ff.

greiflich, wie dieſer Zuſtand fortdauren könne, wenn ſie ſich vereinigen, da doch die Nebel, woraus ſie beſtehen, Leiter ſind.

3. Es läßt ſich nicht begreifen, daß das Gewitter beym Regen noch fortdauern könne, indem die Gewitterwolken durch den herabfallenden Regen, welcher ſie mit der Erde in leitende Verbindung bringt, ſogleich entladen werden müßten. Wollte man auch nicht annehmen, daß die Gewitterwolken durch den Regen in unmittelbare Verbindung kämen, ſo muß man doch eingeſtehen, daß ſie ſich ſelbſt unter einander ins Gleichgewicht ſetzen und dem Gewitter ein Ende machen müßten; denn es würde der Ueberfluß der elektriſchen Materie an der einen Seite durch den Regen an die andere übergehen, und man würde von Tropfen zu Tropfen ein Leuchten wahrnehmen.

4. Findet man in den hohen Thälern der Alpen Gewitter, deren Wolken die Gipfel der Berge rund herum berühren, und folglich mit ſelbigen in einer leitenden Verbindung ſind, und ſich doch nicht entladen, welches doch nothwendig geſchehen müßte. Es können daher die Gewitterwolken keine elektriſirten Leiter ſeyn.

Dagegen iſt Herr **de Lüc** geneigt zu glauben, daß der Blitz durch eine plötzliche Erzeugung einer ſehr großen Menge von elektriſcher Materie entſtehe. Nach ihm iſt die elektriſche Materie als ſolche nicht eher vorhanden, als bis ſie ſich durch Wirkungen zeige, eben ſo wie die Dünſte, welche die Wolken bilden, als ſolche in der Luft erſt in dem Augenblicke entſtänden, in welchem die Wolken erſcheinen. Es ſeyn daher weder die elektriſche Materie noch die Dünſte, ſo lange die Luft heiter und durchſichtig wäre, in ſelbiger anzutreffen, ſondern allein die Beſtandtheile, welche zu deren Entſtehung geſchickt wären. Aus dieſen würden durch eine uns noch unbekannte Urſache Wolken, ſo wie auch die elektriſche Materie plötzlich in einem großen Ueberfluſſe hervorgebracht, woher eben der Blitz entſtehe. Daß dieß den Geſetzen der Na-

tur

für gemäß ſey, beweiſet er aus folgender Beobachtung: er ſahe auf dem Buet bey einer noch durchſichtigen und ſehr trocknen Luft Wolken ſich bilden, welche ſich nach und nach vereinigten und verdichteten, die Spitze des Buets umzogen, ſich an den Montblanc und die benachbarten Berge lehnten, und dieſelben durch ein lang anhaltendes Gewitter mit einem ſtarken Waſſerguſſe überſtrömten. Unmöglich konnten dieſe Wolken eine elektriſche Ladung haben, indem ſie mit der Erde durch die Berge in einer leitenden Verbindung waren, und daher unfehlbar die ihnen zugeführte Elektricität ganz unbemerkbar ohne Schlag der Erde zugeführet haben würden.

Daß ſich die elektriſche Materie, nach der Meinung des Herrn **de Lüc**, beym Ausbruche des Blitzes ſchnell durch uns noch unbekannte Naturoperationen erzeuge, iſt daher ſehr wahrſcheinlich, weil es bey einem einzigen Gewitter eine ſo große Menge von elektriſcher Materie geben müßte, daß es unbegreiflich wäre, wie die Atmosphäre eine ſolche Menge enthalten könne. Man hat hiervon auffallende Beyſpiele. Im Jahre 1790 am 28 May ſahe man in einer Zeit von einer halben Stunde bey einem heftigen Gewitter in Erfurth ununterbrochen ſtarke Blitze, und hörte über 80 Donnerſchläge bey dem heftigſten Platzregen *). Wo exiſtirte vorher die Menge von elektriſcher Materie, welche ſich aus den Gewitterwolken entwickelte? Was für einen Condenſator kann man ſich gedenken, der eine ſo ungeheure Menge von elektriſcher Materie in einem Nebel zuſammenpreßt, und welche ſo gar noch durch einen Platzregen mit der Erde in einer leitenden Verbindung ſteht? Wodurch wird dieſe elektriſche Materie beſtimmt, ſich nach und nach und nicht auf ein Mahl zu entladen?

Herr **de Lüc** ſagt, durch die Entdeckung der Gleichheit der elektriſchen Materie mit der Materie des Blitzes habe man ſich zu dem Irrthum verleiten laſſen, daß die Elektriſirung der Wolken dem Elektriſiren bey unſern Verſuchen ähnlich ſey, ohne zu unterſuchen, woher die Wolken ſo ſtark

poſitiv

*) Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 163. u. f.

poſitiv und negativ elektriſiret werden. Eine genauere Unterſuchung der Umſtände aber leite uns natürlich auf den Gedanken, daß vor dem entſtandenen Blitz die Menge der elektriſchen Materie, welche ihn bilde, weder in den Wolken noch ſonſt wo hat ſeyn können.

Allein nun entſteht die Frage, woher die elektriſche Materie des Gewitters entſtehe? Herr de Lüc kann dieſe Frage nicht anders, als ſo beantworten: es geſchehen im Luftkreiſe Zuſammenſetzungen und Zerſetzungen, woraus elektriſche Materie aus den ſchon vorher da geweſenen Beſtandtheilen gebildet, oder auch in dieſe Beſtandtheile wieder umgeändert werde, ſo wie aus den aufgeſtiegenen Dünſten wahrſcheinlich Luft gebildet, und umgekehrt die Luft wieder in Dünſte zerſetzet würde. Wenn die Bildung der elektriſchen Materie langſam von Statten gehe, ſo entſtehe Luftelektricität, erzeuge ſich aber eine plötzliche und eine überausgroße Menge elektriſcher Materie, ſo entſtehe ein Blitz. Woraus aber die Beſtandtheile beſtehen, und durch welche Operation die Zuſammenſetzung erfolge, dieß ſey uns noch unbekannt, indem hierbey eine genauere Kenntniß über die Natur und Entſtehung der elektriſchen Materie vorausgeſetzet werde, als wir jetzt noch beſäßen. Indeſſen iſt er geneigt zu glauben, daß das Licht bey Erzeugung der elektriſchen Materie vorzüglich im Spiele ſey. Herr **Gren** *) iſt jetzt ſo gar der Meinung, daß die elektriſche Materie nichts weiter als das Licht ſey. Das Licht beſteht aber nach ihm aus einer eigenen Baſis und der Wärmematerie (M. ſ. **Elektricität, Licht**).

Nach dieſer Theorie des Herrn **de Lüc** hat Herr **Lampadius** **) den Blitz mit dem papinianiſchen Digeſtor verglichen. Die in demſelben entſtandenen ſehr heißen und elaſtiſchen Waſſerdämpfe würden durch den Druck zuſammengehalten; ſie zerſetzten ſich aber, wenn ſie den Druck überwänden,

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. gr. 8. §. 1414.

**) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmosphäre angeſtellt im Jahre 1792. nebſt der Theorie der Luftelektricität nach den Grundſätzen des Hr. de Lüc. Berlin 1793. 8.

wänden, oder ſchnell in Freyheit geſetzet würden, indem ſie an der Decke einen Widerſtand erlitten. Hingegen nach und nach würde ſich das freye Waſſer mit neuem Wärmeſtoffe wieder in Dampf verwandeln. Auf eben diese Weiſe werde bey dem Gewitter eine große Menge elektriſcher Materie erzeuget, welche an der Luft, als einem Nichtleiter, Widerſtand finde, und ſich in einem Moment zerſetze. In dieſem Augenblicke aber nehme man einen Bliz wahr, oder das aus der elektriſchen Materie frey werdende Licht. Jedoch ſetze ſich die elektriſche Materie weit ſchneller als die Waſſerdämpfe wieder zuſammen. Auch vermuthet Herr Lampadius aus dem Umſtande, weil im Sommer die mehreſten elektriſchen Erſcheinungen und häufigſten Donnerwetter ſich einfinden, daß vorzüglich die Sonnenſtrahlen zur Bildung der elektriſchen Materie beytragen. Es werde nämlich eine große Menge von Licht zur Erzeugung der elektriſchen Materie verwendet, welche wir in der Atmosphäre beſtändig als poſitiv anträfen. Eine andere Wirkung der Sonnenſtrahlen auf das elektriſche Fluidum ſey, daß das ſchon gebildete eine größere expanſive Kraft erhalte. Da aber nach dieſer Theorie in den heißeſten Sommertagen die größte Menge vom elektriſchen Fluidum erzeuget werden müßte, und doch nach Herrn de Sauſſüre, vermöge ſeiner Beobachtungen gerade an dieſen Tagen bey trockener Witterung die geringſte Elektricität in der atmoſphäriſchen Luft angetroffen wird, ſo iſt es ihm wahrſcheinlich, daß die Elektricität auf Verwandlung der Dämpfe in Luft verwendet werde.

Herr **Lampadius** weicht von der Theorie des Herrn **de Lüc** nur im Folgenden ab: Herr **de Lüc** behauptet nämlich, daß die Wolken nie negative Elektricität hätten, und wenn ſie ſich wirklich ſo zeige, ſo ſey dieß bloße Täuſchung, indem dieß allein vom Einfluſſe der Wirkungskreiſe und von der beym Blitze entſtehenden Abwechſelungen poſitiver und negativer Luftſchichten herrühre. Herr Lampadius hingegen hat ſehr oft auch ohne Bliz die Elektricität der Wolken anhaltend

haltend negativ gefunden, und glaubt daher, daß es wirkli Wolken gebe, welche mit negativer Eletricität angefüllt ſin

Herr **Reimarus** hat in ſeinen neuern Bemerkung vom Blitze die alte Theorie beybehalten, daß nämlich d Luftelektricität in den Gewitterwolken angehäuft ſey, und d Blitz in einer Entladung derſelben gegen andere Wolken od gegen andere Objekte auf unſerer Erde beſtehe. Er iſt fol lich noch der Meinung, daß man die allgemeinen Eigenſcha ten und Wirkungen des Blitzes vermittelſt elektriſcher Ver ſuche erläutern könne, nur den Grad der Stärke ausgenom men. Jedoch ſucht er alles auf Beobachtungen wirkliche Wetterſchläge zurückzuführen. Allein dieſe heben doch im mer die Zweifel noch nicht, welche dagegen Statt finden und welche eben angeführet worden ſind.

Der Wetterſtrahl fährt alle Mahl aus der Luft auf di irdiſchen Gegenſtände, und es iſt keinesweges glaublich, daß er aus der Erde aufſteige, wie **Maffei** *) und andere beob achtet haben wollen.

Der Blitz folgt übrigens alle Mahl den vollkommenſten Leitern, und dieſe ſind vorzüglich die Metalle und die Feuchtigkeit. Wenn die Leiter dicht und ſtark genug ſind, ſo beſchädiget ſie der Blitz beym Durchgange ſo leicht nicht; wo ſie aber mit ſchlechten Leitern, als Holz, Stein u. d. g. verbunden ſind, da zündet er, oder durchbohrt und zerſchmettert. Kleine dünne Stücke von Metall ſchmelzt er, oder vernichtet er ganz. So ſchmelzt er zuweilen die Degenklinge in der Scheide, Nadeln in einer Büchſe, Schnallen in den Schuhen u. ſ. f. Weil die Luft ein unvollkommener Leiter iſt, ſo geht der Blitz durch ſelbige nicht als ein Feuerklumpen, wie es wahrſcheinlich ſeyn ſollte, ſondern in Geſtalt eines geſchlängelten Strahles. Vorzüglich trifft er, wie es auch natürlich iſt, hervorragende Gegenſtände auf der Erdoberfläche; zuletzt aber iſt das Ziel derſelben die feuchte Erde oder das Waſſer, wo er ſeine völlige Kraft wegen der Lei-

tung

*) Della formazione dei fulmini. Verona 1747. 4.

tung verlieret. Jedoch trifft der Bliß nicht allemahl die Erde, ſondern verliert ſich ſogleich in der Luft.

Selbſt Menſchen und Thiere trifft der Bliß vorzüglich leicht, wenn ſie im Freyen die einzigen hervorragenden Gegenſtände, oder auch ſonſt der Bahn desſelben im Wege ſind. So werden oft Menſchen erſchlagen unter den Bäumen, hinter einem Getreidehaufen, an der Wand eines Gebäudes u. d. g. Sorgfältig angeſtellte Beobachtungen bey den vom Bliße getödteten Menſchen ſcheinen dieſen Saß zu beſtätigen, daß der Strahl bloß an der Oberfläche des thieriſchen Körpers herabfahre, und mehrentheils nur durch Erſchütterung der Nerven eine Betäubung oder den Tod verurſache. Herr **Reimarus** hat hierüber aus ſorgfältig geſammelten Wahrnehmungen über Wetterſchläge auf Menſchen Folgendes beſtätiget gefunden:

1. Bey allen Erſchlagenen hat man ſtrichweiſe Verſengungen an der Oberfläche der Haut, und der innern Seite der Bekleidung gefunden.
2. Die Bahn, wohin dieſe Verſengungen zeigeten, war weder nach der Lage der Knochen noch der Adern und Nerven, ſondern nach der Regel von der getroffenen Stelle entweder zur Erde oder zu einem Metalle hin gerichtet.
3. Außer den Stellen des Zuſprungs und Abſprungs waren daſelbſt die Verleßungen am ſtärkſten, wo die freye Ausbreitung unter den Kleidungsſtücken am meiſten gehindert worden war. Was die Kleider ſelbſt anbetraf, ſo waren dieſe an den Stellen des Zu- und Abſprunges verleßet. Beym Zerſprengen abwärts getrieben, und oftmahls ohne große Beſchädigung derſelben.
4. Beſtändig ſind die äußern Theile des Leibes mehr als die innern beſchädiget worden. Allemahl hat der Grad der Verleßung von außen nach innen abgenommen, aber nie umgekehrt. Ueberhaupt waren ſelten innere Theile verſehret.
5. Wenn auch in einigen Fällen die unmittelbar unter der Haut liegenden Theile Verleßungen erlitten hatten, ſo blieben doch die innern zärtern unverleßt, welches hin-

länglich beweiſet, daß dieſe Beſchädigung nicht von dem einwärts gehenden Blitze, ſondern von einem äußern Stoße hergerühret habe.

6. Auch ließe ſich unmöglich die oftmahlige Wiederherſtellung der vom Blitze getroffenen Menſchen gedenken, wenn er die innern Theile beſchädiget hätte.

Die Knochen ſolcher vom Blitz getroffenen Perſonen findet man nie durchbohrt oder zerſchmettert, wie es beym Holze geſchieht; ſelbſt die Adern hat man nie zerriſſen oder vom Blute leer gefunden. Aus den Verſuchen, welche **van Marum** *) mit der großen teyleriſchen Elektriſirmaſchine zu Haarlem angeſtellet hat, folgt, daß die Reitzbarket des thieriſchen Körpers durch verſtärkte Elektricität geſtöret werde. Es iſt daher nicht zu bezweifeln, daß dieß ebenfalls bey den vom Blitze getroffenen Perſonen ebenfalls erfolge, welche bey ſtarken Schlägen in dem Augenblicke in allen ihren Theilen gleichſam erſtarren, ohne daß irgend ein Hauptgefäß zerriſſen würde.

Ob aber der Blitz durch die Nerven des thieriſchen Körpers gehe? iſt eine Frage, welche verſchiedene bejahen wegen der Thatſachen, welche man in den neuern Zeiten über die thieriſche Elektricität ausgemittelt hat, und es führt der Abt **Hemmer** β) einen Verſuch an, nach welchem eine geladene leidner Flaſche durch den Nerven einer friſch zubereiteten Katze eben ſo leicht als durch Metall entladen wurde. Allein aus den Beobachtungen wirklicher Wetterſchläge hat man kein einziges Beyſpiel gefunden, daß der Blitz vorzüglich durch Nerven gehe. Wie wäre es aber auch möglich, daß die vom Blitze getroffenen Perſonen ſo oft bey zweckmäßig angewendeten Mitteln wieder hergeſtellet werden könnten, wenn er durch ſolche zarte Theile, wie Nerven ſind, gefahren wäre? Denn welche Zerſtörungen müßte er nicht daſelbſt anrichten,

da

*) Schreiben an Herrn de la Metherie über die Wirkung der ſehr verſtärkten Elektricität auf Thiere, aus d. journ. de phyſique. Janv. 1791. überſ. in Grens Journal der Phyſik B. IV. S. 37 u. f.

β) Commentation. Academ. Theodo. Palatin. Vol. V. p. 156.

da er vermögend iſt, den weit ſtärkern Metalldraht zu ſchmelzen oder ſo gar in Dampf zu verwandeln?

Da bey den vom Blitz getroffenen Perſonen die Reitzbarkeit zerſtöret wird, ſo ſind allerdings diejenigen Mittel am zweckmäßigſten zur Wiederherſtellung derſelben zu gebrauchen, welche die gehemmte Lebenskraft durch einen Reitz wieder beleben. Dahin gehören vorzüglich kaltes Waſſer, friſche Luft und die Elektricität als das ſtärkſte Reitzungsmittel. Die elektriſche Erſchütterung iſt in der Gegend der Bruſt anzubringen.

Wenn der Blitz auf ſchlecht leitende Körper ſtößt, ſo zerſchmettert er ſelbige und ſpringt auf beſſer leitende über. Wird er bey ſeiner Leitung irgendwo unterbrochen, ſo verurſachet er eine Exploſion, deren Stärke von dem Umfange des nicht leitenden Körpers oder von der Stärke des Blitzes abhängt. Bey dieſen Exploſionen entſteht eben das Entzünden der entzündlichen Körper. Die durch den Blitz erregte Flamme iſt mit dem gewöhnlichen Feuer einerley, und keinesweges ſchwerer, wie man gemeiniglich glaubet, wie dieſes zu löſchen.

Das Läuten der Glocken und das Abfeuern des Geſchützes werden jetzt allgemein als fruchtloſe Mittel gegen die Wirkung des Blitzes erkannt. Ja es iſt vielmehr das Läuten den Läutenden gefährlich, weil die Glocke und der hanfene Strick, woran ſie ziehen, eine gute Leitung abgibt [α]). Nach den Erfahrungen des Herrn Volta [β]) ſollen große auf Bergen angezündete Feuer die beſten Mittel ſeyn, den Blitz abzuhalten.

Die Größe der Gefahr bey nahen Donnerwettern ſoll ſich nach den Erfahrungen des Herrn Roſenthal [γ]) vorzüglich aus dem Steigen des Queckſilbers im Barometer beurtheilen laſſen. So bald ſich nämlich ein Gewitter dem Orte nähere, wo

α) C. G. von Zengen über das Läuten beym Gewitter, beſonders in Hinſicht der deßhalb zu treffenden Polizeyverfügungen. Gießen 1791. 8.

β) Meteorologiſche Briefe a. d. Ital. überſ. Leipz. 1793. 8. 5ter Brief.

γ) Im gothaiſchen Magazin für das Neuſte aus der Phyſik u. Naturg. B. IV. St. 1. S. 1 u. f.

wo ein Barometer ſich befinde, ſo fange das Queckſilber z ſteigen an. Je näher das Gewitter dem Zenith des Beob achters komme, deſto mehr werde auch das Queckſilber in Barometer ſteigen; aber umgekehrt wieder fallen, wenn e ſich vom Zenithe des Beobachters entferne. Nach den Beob achtungen des Herrn **Frenzel** *) zu Grüllenburg bey Frey berg, welche er drey ganzer Jahre hindurch angeſtellet ha erfolget gerade das Gegentheil. Es fiel nämlich das Queck ſilber allezeit bey herannahenden Gewittern, und zwar ſo re gelmäßig, daß er die Ankunft desſelben mehrere Stunder vorher anſagen konnte. Während des Gewitters blieb e auf ſeinem angenommenen Standpunkte, und nachher erſ als das Gewitter ſich entfernte, fieng das Queckſilber an z ſteigen. Bey einem heftigen Gewitter, welches gerade übe dem Orte der Beobachtung ſchwebte, bemerkte er, daß da Barometer in einer beſtändigen Oſcillation war. In jeden Monathe hat er den Gewitterſtandspunkt am Barometer ver ſchieden gefunden, im Junius und Julius ſtehe er am nie drigſten, im May und Auguſt höher.

Aus den Eigenſchaften und Wirkungen der Elektricitä hat man ſich bemühet, zur Sicherſtellung der Gebäude un der Menſchen gegen den Bliß verſchiedene Mittel angegeben wovon im folgenden Artikel gehandelt wird. Befindet man ſic aber in Gebäuden, welche mit dergleichen Mitteln nicht ver ſehen ſind, ſo muß man ſolche Stellen vermeiden, wo Me tall mit andern Körpern verbunden iſt. Vorzüglich entfern man ſich von den Wänden, Schornſteinen, Oefen, eiſerne Gittern u. d. g., und begebe ſich in die Mitte geräumige Zimmer im unterſten Stock, am beſten auf Matratzen ſte hend, oder auf einem trockenen Stuhle ſitzend. Die beſt Sicherheit würde man in einem Bette liegend haben, welche in der Mitte des Zimmers an ſeidenen Schnüren aufgehäng iſt. In die Keller dringt der Bliß ſelten; allein der Aufent halt in ſelbigen iſt verſchiedener anderer Umſtände wegen ge fährlich. Größere Sicherheit hat man in der Mitte eines

Zimmers

*) Gren neues Journal der Phyſik. B. IV. H. II. Leipz. 1797. S. 250.

Zimmers mit einer Gypsdecke, weil der Bliß durch den Draht an den Wänden abgeleitet wird. Bey liegenden Perſonen iſt vorzüglich der Kopf mehr geſchützet; allein ſie müſſen nicht auf dem bloßen Fußboden liegen, weil es daſelbſt Stellen geben kann, welche den Bliß hinlocken.

Auf dem freyen Felde halte man ſich daſelbſt nicht auf, wo keine höhern hervorragenden Gegenſtände befindlich ſind, trete aber auch nicht unter einen Baum oder hinter einen Heuhaufen, Getreidehaufen u. d. g.; am ſicherſten hält man ſich etwa 15 bis 20 Schritte von einem Baume entfernet auf, oder wenn keiner vorhanden ſeyn ſollte, legt man ſich lieber auf die Erde, als zu ſitzen oder zu ſtehen. Vorzüglich aber entferne man ſich vom Waſſer, wohin der Bliß einen Uebergang durch den menſchlichen Körper ſuchen möchte. Iſt man in offenen Wägen oder zu Pferde, ſo iſt es ſicherer von ſelbigen abzuſteigen, und ſich einige Schritte davon zu entfernen. Uebrigens iſt es ein Vorurtheil, wenn man glaubt, daß die Zugluft den Bliß herbeylocke.

Noch mehrere mit dieſem Artikel in Verbindung ſtehende Erſcheinungen findet man unter den Artikeln **Blitzableiter. Donner, Elektricität, Gewitter, Luftelektricität** u. ſ. f.

M. ſ. **Prieſtley**, Geſchichte der Elektricität überſ. aus d. Engl. von **Krünitz** Berlin und Stralſund 1774. gr. 4. S. 9. 110. 206 u. f. 228 f. 288 u. f. Neue Ideen über die Meteorologie von **J. A de Lüc**, aus d. Franz. überſ. Th. I. Berlin u. Stettin 1787. gr. 8. S. 186 u. f. Th. II. S. 313 u. f. **J. N. Tetens** über die beſte Sicherheit ſeiner Perſon bey einem Gewitter. Bützow und Wismar 1774. 8. Verhaltungsregeln bey nahen Donnerwettern nebſt den Mitteln, ſich gegen die ſchädlichen Wirkungen des Blitzes in Sicherheit zu ſetzen. Gotha 1778. gr. 8. **Phil. Pet. Guden** von der Sicherheit wider die Donnerſtrahlen. Götting. u. Gotha 1774. 8.

Blitzableiter, Wetterableiter (conductor fulminis, conducteur de la foudre) iſt eine ſolche Vorrichtung an den Gebäuden, wodurch der ſie etwa treffende Bliß ab-

geleitet, und folglich die verheerende Wirkung deſſelben von ihnen abgewendet wird.

Nachdem D. **Franklin** in Philadelphia die Identität der Materie des Blitzes mit der elektriſchen Materie durch Verſuche entſcheidend dargethan hatte, ſo kam er auf den, für das Wohl der Menſchheit abzweckenden, Gedanken, dem Blitz, welcher etwa die Gebäude treffen könnte, durch vollkommen gute Leiter einen Weg anzuweiſen, durch den er ohne Schaden der Gebäude zur Erde oder ins Waſſer geführet, und daſelbſt vertheilet würde. Zu dem Ende ſchlug er vor, auf die höchſten Theile der Gebäude aufrecht ſtehende eiſerne Stangen zu befeſtigen, welche eine ſolche ſcharfe Spitze als die Nadeln beſäßen und des Roſtes wegen vergoldet werden müßten; vom untern Ende der eiſernen Stange müſſe alsdann von außen an dem Gebäude ein metallener Draht bis in die Erde herunter geführet werden. Ueberhaupt gründete er die Theorie der Blitzableiter auf den Satz, **daß eine ununterbrochene metalliſche Leitung von genugſamer Stärke den Blitz oder die elektriſche Materie ohne Beſchädigung anderer Körper bis an ihr Ende herabführe.** Die Richtigkeit dieſer Behauptung hat ſich durch unzählige Erfahrungen beſtätiget, und iſt ſchon längſt vor Franklin beobachtet worden, wie **Reimarus** *) verſchiedentlich anführet. Bey dem Herabfahren des Blitzes bleibt ſelbſt das Metall, wenn es von hinlänglicher Stärke iſt, unbeſchädiget; nur alsdann verheeret und zerſchmettert er, wenn er entweder in der Metallleitung einen allzudünnen Draht findet, welchen er gleich glühend macht und zerſprengt, oder wenn er von dem einen Metalle zu dem andern durch Nichtleiter oder auch ſchlechte Leiter, als z. B. Stein, Holz u. ſ. f. übergehet, indem er in dieſem Falle gewaltſam durchbrechen muß; dagegen wird er der metalliſchen Leitung allemahl folgen, wenn dieß auch durch Umwege geſchehen ſollte, wofern in dieſem letztern Falle keine nähere vollkommene Leiter anzutreffen

*) Vom Blitze. Hamburg 1778. 8. Th. II. Von der beſchützenden Leitung durch Metalle.

zutreffen ſind, durch welchen er alsdann als den kürzeſten Weg gehen würde. Sein Ziel, das er zuletzt zu erreichen ſucht, iſt allemahl die feuchte Erde, oder auch das Waſſer, wo er ſeine verheerende Kraft gänzlich verlieret, indem er ſich daſelbſt zertheilet. Es folget alſo hieraus, daß ein Gebäude vom Blitze unbeſchädiget bleiben müſſe, wenn er an demſelben vom erſten Anfall an bis zur feuchten Erde oder noch beſſer bis zum fließenden Waſſer eine Metallleitung findet. Dieſen Geſetzen gemäß wird es nun leicht zu beurtheilen ſeyn, wie man ein Gebäude durch einen Ableiter gegen den Blitz ſchützen könne. Es muß nämlich 1) die Metallableitung von dem Blitze zuerſt getroffen, und 2) dieſe Leitung ununterbrochen bis zur Erde oder noch beſſer ins fließende Waſſer fortgeführet werden. Zu dem Ende ſchlug **Franklin** vor, eine Metallſtange einige Fuß hoch über die höchſte Spitze des Gebäudes hinaus aufzurichten, und ſie von außen bis zur Erde oder zum Waſſer herabzuführen. Dieſer Vorſchlag wurde von den Amerikanern bald ausgeführet, weil in verſchiedenen Gegenden von Nordamerika die Gewitter weit fürchterlicher und gefährlicher als bey uns ſind. In Deutſchland war **Winkler** [α]) der erſte, welcher zur Ableitung des Blitzes von den Gebäuden Vorſchläge that. Auf ſein Anrathen ſollte man eine iſolirte Stange auf dem Gipfel des Gebäudes errichten, und mit dieſer eine lange Kette oder einen drey Linien dicken Draht verbinden, welcher in der freyen Luft von dem Gebäude entfernet gezogen und an einem Pfahl in der Erde befeſtiget würde. Der erſte Blitzableiter, der in Deutſchland angeleget worden, iſt, ſo viel man weiß, der in Mähren [β]) im Jahre 1754 errichtete. Gewiſſe Vorurtheile, als ob der Blitzableiter den Blitz herbeylocke, welche auch bis auf den heutigen Tag noch nicht ganz beſieget ſind, haben die Ausführung der Blitzableiter in Deutſchland verzögert.

α) De avertendi fulminis artificio. Lipſ. 1753. 4.

β) Muſſchenbroek introd. ad philoſ. natur. T. II. §. 2543.

Was die beſte Einrichtung der Blitzableiter betrifft, ſo hat man ſonſt viel darüber geſtritten. Einige Gelehrte haben behauptet, unter welche vorzüglich **Wilſon** [α]) gehört, daß diejenigen Ableiter die größten Vorzüge hätten, welche einen Knopf oder ein ſtumpfes Ende hätten. **Wilſon** behauptet nämlich, daß die zugeſpitzten Ableiter den Blitz herbeylockten, eine ſolche verheerende Materie aber, woraus der Blitz beſtehe, müſſe man nicht herbeyziehen, ſondern vielmehr durch geſchickte Leiter abzuführen ſuchen. Dieſer Streit wurde im Jahre 1777 noch lebhafter, indem am 15ten May dieſes Jahres in das mit ſpitzigen Ableitern verſehene Schiffsmagazin zu Purfleet, 46 Schuh weit von der Spitze eines Ableiters, der Blitz eingeſchlagen hatte, ohne jedoch weitern Schaden zu thun. Dieſer Vorfall veranlaßte, daß eine Menge von Verſuchen dieſerwegen angeſtellet wurden. Die Verſuche des **Wilſon** waren die koſtbarſten und prächtigſten, die jemahls mit der Elektricität ſind angeſtellet worden. Er hatte das ganze londonſche Pantheon gleichſam mit einem metallenen Donnerwetter angefüllt, welches in ein kleines Haus einſchlagen mußte. War dieſes Haus mit einem ſpitzigen Ableiter verſehen, und dem geladenen Apparat plötzlich genähert, ſo bekam die Spitze in einer Entfernung von 5 Zoll einen Schlag, und der ganze Apparat ward dadurch entladen; wurde hingegen ein Knopf auf die Spitze geſetzet, ſo erhielt das Haus keinen Schlag. Aus dieſen und noch einigen andern Verſuchen ſchloß er, daß die ſpitzigen Ableiter in einer weit größern Entfernung vom Blitze getroffen werden, als die Kugeln. **Edw. Nairne** [β]) ſtellte dagegen in einem kleinen Zimmer eine Reihe anderer Verſuche mit der größten Genauigkeit und Vorſicht an, welche ganz zum Vortheile der zugeſpitzten Ableiter ausfielen. Schon **Franklin** zog die ſpitzigen Ableiter den ſtumpfen vor,

α) Philoſoph. transact. Vol. LIV. p. 249 ſq.

β) Philoſoph. transact. Vol. LXVII. p. 239 ſqq. überſ. in den Leipziger Samml. zur Phyſik und Naturgeſchichte, B. II. Stück 4. S. 458 u. f.

vor, und glaubte ſogar, aus dem elektriſchen Verſuche mit metalliſchen Spitzen, welche die Elektricität allmählig und ohne Schlag ableiten, daß die ſpitzigen Ableiter die Elektricität der Wolken entkräften und nach und nach ohne Schlag derſelben gänzlich berauben würden. Daher hat man auch ſonſt behauptet, und aus der Erfahrung zu erweiſen geſucht, daß diejenigen Gebäude, welche mit zugeſpitzten metalliſchen Ableitern verſehen wären, ſelten oder gar nicht vom Wetterſtrahle getroffen würden.

Die neuern Erfahrungen von Wetterſtrahlen haben gelehret, daß die ſonſt und auch noch jetzt zum Theil üblichen Wetterſtangen das Gebäude höchſtens auf eine Weite von 40 bis 60 Fuß ſchützen. Beyſpiele von Gebäuden, welche der Ableiter nicht ſicherte, ſind die Kirche zu Genua [α]), das Arbeitshaus zu Heckingham [β]), das mit acht Ableitern verſehen war, und in Königshayn bey Görlitz ſchlug der Blitz an demſelben Tage, da der Ableiter war errichtet worden, in eine 170 Fuß davon entfernte alte Linde [γ]); auch traf am 24. Auguſt 1783 am Schloſſe zu Dresden der Blitz einen von der Ableitungsſtange 94 Dresner Ellen weit abſtehenden Altan. Weil der Blitz vorzüglich die oben hervorragende Theile und Ecken der Gebäude trifft, ſo muß von dem einen Ende des Dachrückens bis zum andern über den ganzen Forſt weg, auch über die Schornſteine, Erker, hervorragenden Altäne, und überhaupt über alle Hervorragungen, eine zuſammenhängende Metallleitung geführet werden. Hierbey iſt es ſelbſt unnöthig, eine eigene Auffangungsſtange aufzurichten, weil aus den Erfahrungen der Wetterſchläge der Blitz jederzeit einer genugſam ſtarken Metallleitung folget. Hierdurch wird auch ſelbſt dem noch herrſchenden Vorurtheile, daß die Wetterſtangen den Blitz anzögen, vorgebeuget, und es kann keinen Eigenthümer verwehret werden, den Forſt ſeines Daches mit Metallſtreifen zu belegen, ob man gleich in den

α) Leipz. Samml. zur Phyſ. u. Natur. B. II. S. 588.
β) Philoſoph. transact. Vol. LXXII. P. 2.
γ) Leipz. Samml. zur Phyſ. u. Natur. B. III. S. 93.

neuern Zeiten, als ein rühmliches Beyſpiel der Rechtsgelehrten, von welchen die mehreſten keinen Begriff von der Natur und Wirkung der Elektricität haben, angefangen hat, die Anlegung der Blitzableiter nach den Rechten zu vertheidigen α). Da es überdem noch ſehr zweifelhaft iſt, ob die Gewitterwolken mit der elektriſchen Materie gleichſam als geladene Conduktoren zu betrachten ſind, ſondern vielmehr mit weit größerer Wahrſcheinlichkeit die elektriſche Materie beym Blitze erſt erzeuget werde, ſo iſt es leicht zu begreifen, daß dergleichen hervorragende zugeſpitzte Leiter in den mehreſten Fällen weiter keinen Nutzen haben. Geſetzt aber auch, man könnte die Gewitterwolken als geladene Conduktoren betrachten, ſo würde doch eine ſolche kleine Spitze viel zu gering ſeyn, eine ſolche in den Wolken angehäufte elektriſche Materie, ohne daß ein Schlag erfolge, einzuſaugen. Selbſt elektriſche Verſuche zeigen, daß bey ſtarker Ladung und plötzlicher Annäherung der Schlag in Spitzen gehet und ſelbſt in größerer Entfernung als auf ſtumpfe Körper. Bey ſolchen Dächern, welche mit feuerfangenden Materien überdeckt ſind, könnten allenfalls die Wetterſtangen noch von einigen Nutzen ſeyn; jedoch iſt keinesweges nöthig, daß ſie ſich in eine Spitze endigen. So viel man auch an den Auffangungsſtangen gekünſtelt hat β), ſo iſt es doch ungezweifelt gewiß, daß ſie wenig Sicherheit gewähren, und es iſt daher unnöthig, einen unnützen Koſtenaufwand zu machen. Was die fernere Ableitung des Blitzes gegen die Erde hin anlangt, ſo ſind die Metallſtangen, welche man bisher gebrauchet hat, ebenfalls ganz unnöthig. Denn nach elektriſchen Verſuchen leitet eine breitere Oberfläche der Metalle noch viel beſſer.

Zur Bedeckung der Dachforſten dienen vorzüglich Bleyſtreifen, welche man bequem an die Forſtziegel anfügen und

auf

α) *Chriſt. Frid. Reimkaſten* diſſ. inaug. de iure conductorum fulminis. Ienae 1797. 4.

β) Mémoir. ſur les verges ou barres metalliques, deſtinées à garantir les édifices des effets de la foudre in den mémoir. de l'Acad. des ſc. 1770. p. 63. und *Bertholon de St. Lazare* de l'électricité des météores. T. I. p. 228 ſqq.

auf dem Schornſteinrande annageln kann. Vielfältige Erfahrungen haben gelehret, daß ſie den Blitz hinlänglich ableiten. Auch zur fernern Ableitung des Blitzes ſind dergleichen Bley- oder auch Kupferſtreifen ſehr dienlich, indem ſie ſich mit ihren Rändern über einander auf Holz annageln laſſen. Aus Verſuchen hat man zwar gefunden, daß Kupfer ein beſſerer Leiter als das Bley iſt; allein die Erfahrung hat auch bewieſen, daß Bleyſtreifen von 3 Zoll Breite auf Holz genagelt den Wetterſchlag auch ohne alle Beſchädigung der darunter liegenden Theile herabführen. Das ſonſt gewöhnliche Abhalten des Ableiters von dem Gebäude durch eiſerne oder hölzerne Stützen und Krampen iſt ebenfalls unnöthig, und gibt außerdem ein übles Anſehen. Denn wenn der Wetterſtrahl in die Mauer eindringen wollte, ſo könnte er es auch durch dergleichen Stützen thun; die Erfahrung aber lehret, daß der Blitz dem Metalle allemahl folge, und es iſt daher hinlänglich, wenn an den Wänden oder Pfoſten ein Bleyſtreifen oder noch beſſer ein Kupferſtreifen befeſtiget werde. Jedoch hat man ſich hier allerdings zu hüten, dergleichen Ableiter in der Mauer oder auch in innere Theile des Gebäudes einzuſchließen, ſie müſſen vielmehr von außen angeleget werden, indem aus der Erfahrung bey Wetterſchlägen hinlänglich erhellet, daß ſie daſelbſt die größte Verwüſtung anrichten, wo ihre Seitenexploſionen angrenzende Körper treffen.

Auch iſt es nöthig, alles Metall, welches ſich außen am Gebäude befindet, mit dem Ableiter zu verbinden. Flach an der Mauer und vom Gipfel oder von der Ecke des Daches entfernt liegende Metallſtücke werden vom Blitze unmittelbar nicht getroffen; ja wenn auch Metall nur einige wenige Fuße unter dem Gipfel des Daches liegt, ſo pflegt doch noch vor der Erreichung desſelben vom Blitze der Dachrücken oder ein Schornſtein beſchädiget zu werden, um deſto eher wird alſo der Blitz von dem Metalle, womit der Forſt bedecket worden, ergriffen und darin fortgeführet werden. Es kommt bloß auf die hervorragenden Metalle an, welche entweder der

Bliß unmittelbar treffen könnte, oder welche doch ſo liegen, daß der Wetterſtrahl ohne großen Widerſtand dieſelben treffen, und durch ſie eine Ableitung nach unten finden möchte. Dergleichen Metalle müſſen, zumahl wenn ſie ſich noch eine ziemliche Strecke nach unten ausdehnen, mit einer eigenen Ableitung bis zur Erde verſehen werden; denn es würde ſehr gefährlich ſeyn, dieſe mit dem Ableiter nur oberhalb zu verbinden, weil der Bliß hineingehen, und unten einen gewaltſamen Durchbruch ſuchen würde. Es iſt alſo ſchädlich, wie **Hemmer** *) angegeben hat, die Uhr an den Kirchthürmen und die Axen der Glocken und andere in ſelbigen anzutreffende Metalle mit dem Blißableiter oben zu verbinden. Sonſt pflegt der Bliß keinen Nebenweg durch Metall zu nehmen, wenn die Ableitung völlig zuſammenhängend iſt, und das Metall ſich nicht weit nach unten erſtrecket. So lehret z. B. die Erfahrung, daß der Bliß in Thürmen lieber einen herabgehenden dünnen Draht verfolget, als auf das weit größere Metall der Glocken zu fahren. Indeſſen bleibt es aber doch ausgemacht, daß man in ſolchen Fällen beſſer thut, die Ableitung von außen ſo weit als möglich davon zu entfernen, und ſie reichlich zu machen. Wäre es aber nicht möglich, eine ſolche Entfernung vorzunehmen, wie z. B. bey den Hängewerken, bey welchen das Eiſen der Ableitung auf dem Forſte ſehr nahe lieget, ſo hat man kein ander Mittel, als der Ableitung einen deſto größern Umfang zu geben.

Sonſt glaubte man, daß man die Ableitung tief in die Erde führen müſſe, wo ſich der Bliß erſt zertheilen könne. Allein die an Wetterſchlägen ſelbſt angeſtellten Erfahrungen beweiſen, daß der Bliß, ſo bald die metalliſche Leitung aufhöret, ſich an der Oberfläche der Erde endiget, und nicht ein Mahl in Keller und unterirdiſche Höhlen dringet, und ſelbſt unter hundert-Fällen die Erde kaum ein Mahl beſchädiget. Herr **Reimarus** hat alle die Fälle, wo der Wetterſtrahl tiefer eingedrungen iſt, ſorgfältig aufgeſuchet; aber mehrentheils

*) Anleitung, Wetterableiter anzulegen. Offenbach am Mayn 1786. 8. §. 32.

theils gefunden, daß ſie ſich auf dem freyen Felde zugetragen haben. Dieſe Löcher ſind nie tief geweſen, und es iſt zu vermuthen, daß ſie mehr durch den Stoß der Luft verurſachet worden ſind. Herr **Reimarus** hält es ſo gar für unnöthig, den Ableiter bis zur feuchten Erde oder zum Waſſer zu führen, weil alsdann eine ſtarke Exploſion Statt finde, wenn der Strahl aus dem Ende der Metallleitung in die feuchte Erde übergehe.

Der beſte Ort, wohin der Ableiter den Bliß abführet, iſt ein freyes Waſſer, weil ſich der Bliß daſelbſt am leichteſten vertheilet. In Ermangelung deſſen dienet auch hierzu hinlänglich die Oberfläche der Erde. Bedeckte Gruben oder Canäle oder auch Abtritte, wie **Bertholon de St. Lazare** *) vorſchlägt, ſind zur Endigung der Ableiter nicht tauglich, weil der Bliß die daſelbſt befindliche brennbare Luft entzünden kann. Am Ende des Ableiters müſſen keine feuerfangenden Dinge befindlich ſeyn; auch muß gegen das Ende hin die metalliſche Bekleidung von der Wand des Gebäudes entfernet ſeyn, damit Luft und Bliß einen freyen Raum zur Ausbreitung behalten.

Nach dieſen Säßen iſt die Anlegung eines Wetterableiters ſehr einfach. Will man eine Wetterſtange anbringen, welche jedoch in den meiſten Fällen ganz unnöthig iſt, ſo bediene man ſich hierzu einer Metallſtange von ¾ Zoll Dicke und laſſe ſie 3 bis 5 Fuß über den höchſten Ort des Gebäudes hervorragen. Hierauf wird in einen Dachziegel ein Loch gemacht, und dieſelbe mit einer runden in der Mitte durchbohrten Zinnplatte beleget. Das Loch in der Zinnplatte wird ausgetrieben, ſo daß ein Cylinder in der Mitte in die Höhe ſtehet, um welchen ein eiſerner Ring die in die Zinnplatte geſteckte Metallſtange antreibt. Auf dem Forſte des Daches wird ein 3 bis 6 Zoll breiter Zinnſtreifen alſo befeſtiget, daß er an den Forſtziegeln angetrieben und mit kleinen Nägeln ſeitwärts in den Kalk der Fugen und an den Schornſteinen und Gibelpfoſten mit großen Nägeln angenagelt wird. Die

*) De l'électricité des météores. T. I. p. 261.

Die Enden der Stücke der Bleyſtreiſe werden durch einen Falz an einander gefüget. Dergleichen Bleyſtreifen werden auch über die Schornſteine gelegt, und an den Seiten mit dem Hauptſtreifen verbunden. Was die fernere Ableitung gegen die Erde hin betrifft, ſo bedient man ſich hierzu ebenfalls 3 bis 6 Zoll breiter Bleyſtreifen oder noch beſſer Kupferſtreifen. Muß ein Theil hiervon über ein Dach gehen, und es wäre ein einfacher Bleyſtreifen zu ſchwach, ſo macht man den Streifen von doppelt gelegtem Kupferblech. Die Stücke der Streifen werden an ihren Enden beym Bley mit einem einfachen Falze zuſammengetrieben. Beym Kupfer aber entweder durch einen einfachen Falz vernietet, oder mit einem doppelten Falz ſo mit einander verbunden, daß der Rand des obern Stücks einwärts, des untern auswärts geſchlagen ſey. Da wo dieſe Stücke zuſammengefalzet ſind, hakt man einen dünnen meſſingenen Draht ein, ſteckt ihn unter einen Dachziegel durch und wickelt ihn um einen Nagel in den Latten. Der Theil der Ableitung, welcher von außen an der Mauer herabgehet, wird, wenn es möglich iſt, noch da, wo die Stücke in einander gefalzet ſind, mit Nägeln an der Wand angeſchlagen. Zuletzt endiget ſich die Ableitung entweder bis in offenes Waſſer, oder auf der Oberfläche der Erde ſo, daß die Metallleitung die Erde berühret.

M. ſ. Mémoires ſur les conducteurs pour préſerver les édifices dela foudre par *Toaldo* traduit de l'Italien avec des additions p. Mſr. *Barbier de Tinan* à Strasb. 1779. 8. Die Kunſt, Thürme und andere Gebäude vor den ſchädlichen Wirkungen des Blitzes durch Ableitungen zu bewahren von **Johann Ignaz von Felbiger**. Breslau 1774. 8. **Joh. Alb. Heinr. Reimarus** vom Blitze aus elektriſchen Erfahrungen Hamburg 1778. 8. Desſelben Vorſchriften zur Anlegung einer Blitzableitung von allerley Gebäuden Hamburg 1778. 8. Nachricht von den in Churpfalz angelegten Wetterleitern von **Joh Jak. Hemmer** in der hiſtoria et comment. Acad. Theodoro-Palatinae. Vol. IV. Phyſ. p. 1-85. **Landriani** Abhandlung über den

Nutzen

Nutzen der Wetterableiter aus d. Italiän. mit Zusätz. u. Kupf. Wien 1785. gr. 8. **Joh. Jak. Hemmer** Anleitung Wetterleiter an allen Gattungen von Gebäuden auf die ſicherſte Art anzulegen. Offenbach am Mayn 1786. 8. **de Lüc** ſiebenter Brief an **de la Metherie** über die Schwierigkeit in der Meteorologie ꝛc. aus dem Journ. de phyſique Août 1790. überſ. in **Grens** Journal der Phyſik. B. IV. S. 285. f. **Buſſe** Beruhigung über die neuen Wetterleiter. Leipz. 1791. 8. **Reimarus** neuere Bemerkungen vom Blitze. Hamburg 1794. 8.

Blitzfänger ſ. **Elektricitätszeiger.**

Blut (ſanguis, Sang) iſt die bekannte rothe Flüſſigkeit, welche bey den meiſten Thieren angetroffen wird, und welche ſich bey ihnen, ſo lange ſie leben, in einem beſtändigen Umlaufe befindet. Dieſe beſtändige Bewegung des Blutes bey den lebendigen Thieren iſt eine Wirkung der Kraft des Herzens und der Puls- oder Schlagadern. Das Herz iſt vermittelſt einer Scheidewand in zwey Abtheilungen oder Kammern (ventriculi) getheilet, welche man nach ihrer Lage, die rechte oder vordere, und die linke oder hintere nennt. Die erſtere iſt beträchtlich weiter und etwas kürzer, die andere beträchtlich enger und etwas länger. In beyden Kammern befinden ſich eine große Menge von Muskeln, welche mit einem ſo hohen Grad von Reizbarkeit verſehen ſind, als faſt kein anderer Theil des ganzen Körpers hat. Vermöge des Athemhohlens, als welches mit dem Kreislauf des Blutes beſtändig in einerley Verhältniß iſt, wird vermuthlich durch die Verbindung des Sauerſtoffes mit dem venöſen Blute das Herz wegen der Muskelfaſern gereizet, wodurch es eine wechſelsweiſe zuſammenziehende und ausdehnende Bewegung erhält, und dadurch das Blut austreibet, und wieder einnimmt. Es wird nämlich durch das Zuſammenziehen der linken Herzkammer das Blut in die geöffnete Aorta getrieben; auf gleiche Weiſe erfolget ein Zuſammenziehen der großen Pulsader, aus welcher das Blut in die Aeſte und Zweige derſelben getrieben wird; aus dieſen verbreitet es ſich

alsdann vermittelſt der kleinſten Zweige in den ganzen Körper: hierauf ſammelt es ſich in den mit ihnen verbundenen zarten Venenzweigen an, geht in größere Aeſte und Stämme der Venen über, und wird endlich durch die beyden Hohladern wieder in die rechte Herzkammer geführet. Dieſen beſtändige Kreislauf des Blutes, den man auch den großen nennt, hat **Wilh. Harvey** *), ein Engländer, zuerſt entdeckt, und mit unläugbaren Gründen bewieſen. Eine weitläuftigere Erklärung des Umlaufes des Blutes nebſt den dazu gehörigen Gründen muß man vorzüglich in der Phyſiologie ſuchen.

Das friſche Blut iſt von Farbe roth, und hat einen etwas ſalzigen widrigen Geſchmack; jedoch iſt dieſe Röthe an verſchiedenen Stellen auch verſchieden; ſo iſt das Blut in den Venen ſchwarzroth, in den Arterien aber hellroth. Auch ändert ſich die Beſchaffenheit des Blutes nach dem Alter, und iſt z. B. bey den Menſchen verſchieden nach dem Geſchlechte, Temperament und der Geſundheit. Läßt man das Blut eines Säugthieres eine Zeitlang ſtehen, ſo gerinnt es, und ſieht als eine rothe Gallerte aus. Aus dieſer ſcheidet ſich durch die Ruhe nach und nach eine mehr oder weniger häufige gelbliche Feuchtigkeit ab, welche das **Blutwaſſer** (ſerum ſanguinis) genannt wird, worin der übrige Körper der **rothe Blutkuchen** (placenta, cruor ſanguinis) ſchwimmt. Das Blutwaſſer hat einen unangenehmen und ganz ſchwach geſalzenen Geſchmack. Es läßt ſich durch Umrühren mit kaltem Waſſer verdünnen und darin auflöſen. Wird es aber über 148 Grad nach Fahrenh. erhitzt, ſo verlieret es ſeine Durchſichtigkeit, wird milchweiß, und gerinnt zu einer feſten Subſtanz, wie gekochtes Eyweiß, und löſet ſich nicht weiter im Waſſer auf. Man nennt dieſe feſte Subſtanz **gerinnbare Lymphe** (lympha coagulabilis), auch **Eyweißſtoff** (materia albuminoſa) und kömmt ganz mit dem Eyweiß oder dem friſchen **käſichten Theile** der Milch überein. Wird das Blutwaſſer einer Deſtillation unterworfen,

*) De motu cordis et ſanguinis. Frf. 1628. 4.

unterworfen, welche im Waſſerbade geſchiehet, ſo erhält man in der Vorlage ein Phlegma von einem widrigen Geruche und Geſchmacke, welches eigentlich ein bloßes Waſſer iſt, welches einige Gallerte mit ſich fortgeriſſen hat, und daher ſehr leicht in Fäulniß übergehet. Es ſind alſo die nähern Beſtandtheile des Blutwaſſers 1) Waſſer, welches den größten Antheil ausmacht, 2) Eyweißſtoff, 3) etwas kohlengeſäuertes Mineralalkali und 4) etwas Gallerte.

Was den Blutkuchen betrifft, ſo läßt ſich dieſer, noch ehe er in Fäulniß übergehet, mittelſt des kalten Waſſers in zwey nähere Beſtandtheile zerlegen. Das kalte Waſſer nimmt nämlich den **rothfärbenden Theil** des Blutes auf, und es bleibt dabey eine weiße zähe fadenartige Materie übrig, welche der **fadenartige Theil** (pars fibroſa *Ruyſchii*) genannt wird. Bringt man das Waſſer, welches den rothfärbenden Theil in ſich enthält, zum Sieden, ſo ſcheiden ſich blaßröthliche Flecken aus, welche man durchs Filtriren beſonders gewinnen kann. Dieſer geronnene Theil iſt von dem Eyweißſtoff des Blutwaſſers nicht verſchieden, als nur darin, daß er beym Einäſchern Eiſentheile zurück läßt.

M. ſ. **Gren**, ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Th. II. Halle 1794. §. 1655 u. f.

Blutadern, Venen (venae, veines) ſind die cylindriſchen Gefäße, durch deren Stämme das Blut aus dem ganzen Körper ins Herz zurückgeführet wird. Die Häute derſelben ſind viel dünner als die der Arterien oder Pulsadern, und laſſen daher das Blut mehr oder weniger durchſchimmern. Am meiſten unterſcheiden ſich die Blutadern durch ihre **Klappen** (valuulae). Dieſe Klappen finden ſich theils einfach, theils doppelt, theils dreyfach, ſeltener vier oder fünffach an ſolchen Blutadern vor, deren Durchmeſſer mehr als eine Linie beträgt; nur die Blutadern des Gehirns, des Herzens, der Lunge und der Eingeweide haben dergleichen nicht. Alle Blutadern des ganzen Körpers endigen ſich in zwey Hauptſtämme, nämlich in die beiden Hohladern; die

Blutadern der Lunge aber endigen ſich in die vier großen Lungenblutadern.

Blutwärme, menſchliche ſ. **Wärme, thieriſche.**

Bologneſer Flaſchen, Springkolben (Phialae bononienſes, matras de Bologne) ſind kleine, ziemlich dicke gläſerne Kolben, welche von außen einen beträchtlichen Schlag ohne zu zerſpringen erleiden können, ſogleich aber in Stücke zerfallen, wenn ſie inwendig im geringſten geritzet werden. Sie werden eben ſo wie andere Gläſer geblaſen, jedoch nicht im Kühlofen nach und nach, ſondern an der freyen Luft abgekühlet. Dadurch erhalten ihre Theile eine ſehr ſtarke Spannung. Durch Hineinwerfung eines kleinen Feuerſteines erhalten ſie einen kleinen Riß, einen Anfang zur Trennung, welche ſich in einem Momente durch alle Theile erſtrecket. Wirſt man aber einen runden, nicht mit ſcharfen Ecken verſehenen, Körper hinein, ſo zerſpringen ſie nicht, weil dadurch kein Anfang zur Trennung gemacht wird. Von außen ſind die Theile wegen der Wölbung feſter beyſammen, und zerſpringen daher nicht, wenn ſie auch geritzet werden, und einen ſtarken Schlag bekommen. Wenn ſie auf glühende Kohlen geleget, und nach der Erhitzung nach und nach erkaltet werden, ſo verlieren ſie ihre Sprödigkeit, indem dadurch die Spannung der Theile vermindert wird, und zerſpringen alsdann auch durch eine inwendige Ritzung nicht. Sie ſind zuerſt in dem Inſtitute zu Bologna gebraucht worden *), und haben daher ihren Nahmen erhalten. Mit den ſo genannten **Springgläſern** oder **Glastropfen** (m. ſ. **Glastropfen**) haben ſie einerley Eigenſchaft.

M. ſ. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre §. 423.

Bologneſerſtein ſ. **Phosphorus.**

Bononiſcher Stein ſ. **Phosphorus.**

Boracit ſ. **Elektricität.**

Borax

*) De quibusdam vitrorum fracturis in den comment. inſtitut. bononienſ. Tom. II. part. I. p. 321. experimenta varia in ampullis bonon. facta. eb. p. 328.

Borax (borax) iſt ein Salz, welches wie ein Laugenſalz den Veilchenſyrup nicht grün färbt, mit Säuren nicht aufbrauſet, und einen bitterlich laugenhaften Geſchmack hat. Nach **Fourcroy** löſet es ſich beym 50° nach Fahrenh. in 12 Theilen Waſſer auf, im heißen Waſſer aber in 6 Theilen, und ſchießt in ſechsſeitigen Cryſtallen an. In einer mäßigen Hitze ſchmelzt der Borax und ſchwillt dabey anfänglich ſehr auf, verlieret jedoch dieß nach und nach wieder und wird zäher. Wenn er erkaltet iſt, ſo ſtellt er eine leichte, lockere weiße Maſſe vor, welche wie der gebrannte Alaun ausſieht, und wird **gebrannter Borax** (borax vſta, calcinata) genannt. Dieſer gebrannte Borax ſchmelzt beym Anfange des Glühens zu einer Art von durchſichtigem, ſehr ſchmelzbarem Glaſe, welches mit der Zeit in der Luft mehlartig wird und zerfällt. Dieſes Glas läßt ſich wieder im Waſſer auflöſen, und gibt nach dem Abrauchen und Abkühlen ordentliche Boraxcryſtalle.

Man erhält den Borax in reinen Cryſtallen (raffinirten, gereinigten, venediſchen Borax) jetzt aus Holland, wo er aus dem **Tinkal** geſchieden wird. Dieſer Tinkal (Tincar, Borach, Pounxa), welcher auch **roher Borax** (borax cruda, nativa) oder **Chryſocolla** genannt wird, iſt eine ihrem Urſprunge nach nicht ganz bekannte Materie. Eine Sorte kömmt aus Perſien in grünlichen, fettig anzufühlenden Stücken, oder in undurchſichtigen, grünlichgelben Cryſtallen in ſechsſeitigen zuſammengedruckten Priſmen, irregulairen Endſpitzen, mit allerley fremdartigen, ſchleimigen und fettigen Theilen vermengt; eine andere Sorte kömmt aus China in Klumpen von weißer oder weißgrauer Farbe, welche weniger fett riechen und mit einem weißen erdigen Staube vermengt ſind. Das Verfahren, aus dieſem Tinkal den Borax rein in Cryſtallen zu gewinnen, hält man in Holland geheim.

Man glaubte ſonſt, daß der Borax im Tinkal eine durch Kunſt erzeugte Subſtanz ſey. Nachdem aber Herr Grill

Abrahamſon [α]) natürlichen Borax nach Europa geſandt hat, welcher in Thibet aus der Erde gegraben und nach Engſtröm [β]) ein mit vielem Borax vermengter Mergel war. Auch hat man an andern Orten die Beſtandtheile des Boraxes natürlich angetroffen, und ſelbſt Reiſende haben ſich an Ort und Stelle überzeuget, daß der Tinkal natürlich in Indien gefunden wird [γ]). Daher iſt es nun wohl nicht mehr zweifelhaft, daß aller Tinkal, welcher im Handel vorkömmt, ſeinem Urſprunge nach von der Natur erzeuget wird.

M. ſ. Gren, ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Th. I. Halle 1794. 8. S. 541 u. f.

Boraxſäure (acidum boracicum, boracis, boracinum; **Sedativſalz**, ſal ſedatiuum *Hombergii*, acide boracique) iſt ein eigenes ſaueres Salz, welches als ein Beſtandtheil des Boraxes zu betrachten iſt, und daraus durch die ſtärkſten mineraliſchen Säuren geſchieden werden kann. Tröpfelt man nämlich zu einer Auflöſung des Boraxes im heißen Waſſer ſo viel Schwefelſäure hinzu, bis die Auflöſung einen ſauern Geſchmack erhält, und läßt ſie nachher allmählig in einer Glasſchale ſo lange ausdampfen, bis ſich glänzende Schuppen darin zeigen, und dann erkalten, ſo ſchießen weiße glänzende Salzflocken darin an, welche man durch ein Filtrum von Löſchpapier von der übrigen Lauge abſondert, mit kaltem Waſſer abſpühlet und zwiſchen Löſchpapier trocknet. Eben dieſes Salz, welches kaum einen merklich ſauern Geſchmack hat, heißt die **Boraxſäure**.

Schon **Becher** [δ]) ſcheint dieſes Salz gekannt zu haben; gewöhnlich wird aber die Entdeckung deſſelben **Hombergen**

α) Vom Pounxa oder natürlichen Borax, in den ſchwed. Abhandl. B. XXXIV. S. 317.; überſetzt in Crells neueſten Entdeckungen Th. I. S. 84.

β) Verſuche mit der Pounxa oder natürlichem Borax, in den ſchwed. Abhandl. B. XXXIV. S. 319; überſetzt in Crells neueſten Entdeckungen S. 85.

γ) Rob. Saunders mineraliſche und botaniſche Reiſe nach Butan und Tibet: in dem Magazine neuer Reiſebeſchr. B. I. S. 384.

δ) Phyſica ſubterranea S. 791.

gen [α]) zugeſchrieben, welcher es durch die Sublimation eines Gemiſches von gebranntem Vitriol, Borax und Waſſer im Sandbade erhielt, und nannte es daher ſal volatile vitrioli narcoticum. **Stahl** [β]) wuſte jedoch bereits, daß es nicht von der Vitriolſäure herrühre, ſondern daß es auch mittelſt der Salpeter- und Salzſäure durch die Sublimation gewonnen werden könne, welches aber **Lemery** [γ]) zuerſt zeigte. Der jüngere **Geoffroy** [δ]) bewies endlich, daß man dieſes Salz weit leichter und vortheilhafter durch das Cryſtalliſiren gewinnen könne, und zeigte zugleich, daß das Mineralalkali einen weſentlichen Beſtandtheil des Boraxes ausmache. Noch weiter that **Baron** [ε]) dar, daß ſelbſt Pflanzenſäuren zur Abſcheidung dieſes Salzes angewendet werden könnten, und daß die angewendeten Säuren zur Entſtehung deſſelben nichts beytrügen.

Dieſes Salz erſcheinet beſtändig in feſter Geſtalt als ein weißes, glänzendes und ſchuppiges Salz; jedoch iſt das ſublimirte lockerer, flockig und geſtreift. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt im Verhältniſſe des ſpecifiſchen Gewichtes des Waſſers = 1,480. Im kalten Waſſer löſet es ſich etwas ſchwer auf und erfordert beym 50° Fahrenh. 20 Theile, beym Sieden aber nur 2,211 Theile, und läßt ſich daher durchs Abkühlen ſehr leicht cryſtalliſiren. In der Luft erleidet dieſes Salz keine Veränderung, und im Feuer iſt es nicht flüchtig. Wegen der großen Leichtigkeit aber wird es mit dem Waſſer, womit es befeuchtet worden, in der Hitze fortgeriſſen, und kann dadurch ſublimiret werden. In einer gelinden

α) Eſſais de chimie; in den Mém. de l'Académ. royal des ſcienc. de Paris 1702. S. 33. überſ. in Crells chem. Archiv B. II. S. 265.

β) Von den Salzen. Halle 1723. S. 23.

γ) Expériences et réflexions ſur le borax, prem. mémoir. in den mém. de l'Acad. de Paris 1728. S. 270. überſ. in Crells neuem chem. Archiv B. III. S. 124. Deſſ. ſec. mémoir. ebend. 1729. S. 282. überſetzt ebend. S. 167.

δ) Nouvelles expériences ſur le borax, avec un moyen facile de faire le ſel ſédatif; in den mémoir. de l'Acad. de Paris 1732. S. 398.; überſ. in Crells neuem chem. Archiv B. III. S. 217.

ε) Expériences pour ſervir à l'analyſe du borax; in den mém. préſent. T. I. S. 295. 447.

Hitze ſchmelzet es, blähet ſich anfänglich etwas auf, fließt hernach beym Glühen zu einer durchſichtigen, glasähnlichen Maſſe, wenn es in einem ſilbernen Löffel geſchmolzen wird, im Tiegel aber zu einer milchweißen Subſtanz. Hierdurch verliert es ſein Cryſtalliſationseis, welches beynahe die Hälfte des ganzen Gewichtes beträgt. In der Hitze hat dieſes Salz eine ſtark auflöſende Kraft der Erden und Steine, und gibt mit ihnen glasähnliche Maſſen.

Mit den Säuren leidet dieß Salz gar keine Veränderung; mit den milden Laugenſalzen und Erden brauſet die Auflöſung deſſelben in der Hitze, und gibt eigne Neutral- und Mittelſalze. Der gewöhnliche Borax iſt noch nicht mit Boraxſäure geſättiget, und iſt folglich kein vollkommenes Neutralſalz. Daher rühren ſeine alkaliſchen Eigenſchaften. Dieſerwegen nimmt auch der Borax noch mehr Boraxſäure in ſich, und wird endlich damit zu einem vollkommenen Neutralſalze.

Ueber die Natur und Miſchung der Boraxſäure ſind die Meinungen der Chemiſten immer verſchieden geweſen. Man hielt es ſonſt mit **Homberg** für ein Produkt aus der Vitriolſäure. Auch nachher hielt es **Pott** [α]) für ein aus phlogiſtiſcher Erde und Vitriolſäure zuſammengeſetztes Mittelſalz, und **Model** [β]) für ein eigenes Neutralſalz aus Vitriolſäure und einem eigenen unſchmelzbaren Alkali. **Melzer** [γ]), **Cartheuſer** [δ]), **Bourdelin** [ε]) und **Cadet** [ζ]) ſuchten Salzſäure darin, und letzterer nahm in demſelben noch Kupfertheile

α) Obſervation. coll. II. S. 89.
β) Diſſ. de borace §. 6 u. 28. und chym. Nebenſt. S. 200 u. 319.
γ) Diſſ. de borace, Regiomont, 1728. 8.
δ) De acido ſalis ſedatiui boracis obſeruatio; in den act. ſociet. haſſ. S. 57. überſ. im neuen hamburg. Magazin B. XI. S. 571.
ε) Mémoire ſur le ſel ſédatif, in den Mémoir. de l'Académ. de Paris 1753. S. 201. ſecond mémoir. ebend. 1755. S. 397.
ζ) Expériences ſur le borax; in den mémoir. l'Acad. de Paris 1766. S. 365.; experimenta, quibus euincitur boraci ineſſe principium cupreum, arſenicale et terreum vitreſcibile; in den nov. act. acad. nat. curioſ. Vol. III. S. 96. experimenta, quibus probabiliter euinci poteſt, in borace reuera adeſſe terram vitreſcibilem ebend. S. 105.

theile und verglasbare Erde an. **Baumé** α) glaubte, aus einem durch einander gekneteten Teige, aus Thon, Fett und Waſſer nach $1\frac{1}{2}$ Jahren vollkommene Boraxſäure ausgelauget zu haben; allein dieſe vermeinten Erfahrungen ſind durch die vielen Verſuche des Herrn **Storr** β) und **Wiegleb** γ) auf keine Weiſe beſtätiget worden. Die Herren **Exſchaquet** und **Struve** δ) haben aus Verſuchen, die Boraxſäure zu zerlegen, eine gewiſſe Aehnlichkeit deſſelben mit der Phosphorſäure beweiſen wollen. Allein Herr **Höfer** ε) entdeckte in verſchiedenen Gegenden des Großherzogthums Toſcana, und beſonders in dem Waſſer des **Lagone Cheroliajo** und **Caſtel nuovo**, ein wahres natürliches Sedativſalz. Auch **Maſcagni** fand Sedativſalz an den Ufern dieſer Seen in trockener Geſtalt. Außerdem aber iſt es gewiß, daß der rohe Borax kein durch die Kunſt erzeugtes Produkt iſt, ſondern daß er natürlich gefunden wird. Daher iſt wohl nicht zu zweifeln, daß die Boraxſäure eine eigene natürliche Säure des Mineralreichs ausmache.

Bouſſole ſ. **Compaß**.

Boyliſche Leere ſ. **Leere**.

Brachyſtochroniſche Linie, Linie des kürzeſten Falles (linea brachyſtochrona ſ. celerrimi deſcenſus, ligne brachyſtochrone). Stellt man ſich vor, daß ein durch irgend eine Kraft in Bewegung geſetzter Punkt durch verſchiedene krumme Linien von einerley Länge gehen könne, ſo heißt diejenige, welche er in der kürzeſten Zeit durchläuſt, die **brachyſtochroniſche Linie**. Die höhere Mechanik zeiget, daß dieſe Linie bey freyfallenden Körpern die **Cykloide** iſt.

α) Erläut. Experimentalchymie, Th. II. S. 156 u. 175.

β) Reſp. *Renſs* diſſ. de ſale ſedatiuo Hombergii. Tub. 1778. 4.

γ) Unterſuchung der von Baumé beſchriebenen künſtlichen Verfertigung des Boraxes und des Sedativſalzes: in Crells chem. Journ. Th IV. S. 44.

δ) Ueber die Zerlegung des Sedativſalzes und über die Zuſammenſetzung des Boraxes; in Crells Auswahl eigenth. Abhandlungen B. IV. S. 155.

ε) Memoria ſopra il ſale ſedativo naturale della Toſcana e de borace, che con quello ſi compone in Firenz. 1778. 8.

M. ſ. *Euleri* Mechanica. To. II. cap. 2.

Braunſteinmetall, Magneſium (magneſium, manganéſe) ein eigenes Metall, von Farbe weiß, beſitzet Sprödigkeit und Härte, und iſt auf dem Bruche körnig. Sein ſpeciſiſches Gewicht iſt 6,85 bis 7. Man hat es bis jetzt noch nicht ganz frey vom Eiſen darſtellen können. An der freyen Luft im Feuer verwandelt es ſich bald in eine Halbſäure, welche anfänglich weiß, nachher ſchwarz wird. Auch außer dem Feuer nimmt es ſchon an der freyen Luft den Sauerſtoff ſchnell an, und verwandelt ſich dadurch in eine Halbſäure. Eine ſolche natürliche Halbſäure des Braunſteinmetalls iſt der **gemeine Braunſtein** (magneſia, magneſia nigra), welcher ſchon längſt bekannt iſt, man war aber nicht einig, welche Stelle man ihm in den Mineralſyſtemen geben ſollte. Die mehreſten rechneten ihn zu den Eiſenerzen; allein **Pott** [α]) und **Kronſtedt** haben gezeigt, daß das Eiſen zufällig in ihm wäre. **Sage** hielt ihn für ein Gemiſch von Kobalt und Zink durch Salzſäure vererzt. **Bergmann** und ſein würdiger Schüler **Gahn** [β]) zeigten im Jahre 1774, daß er eine eigene metalliſche Materie ſeyn müſſe.

Die Halbſäure vom Magneſium wieder herzuſtellen, hält wegen der großen Strengflüſſigkeit ſeines Metalls ſchwer, und daher erhält man es gewöhnlich nur in abgeſonderten Körnern von einer höckerigen unebenen Oberfläche. Im ſtarken Feuer fließt die Halbſäure des Braunſteinmetalls für ſich allein zu einem braunen Glaſe.

In der Glasmacherkunſt wird der Braunſtein vorzüglich als Zuſatz, um dem grünen Glaſe die Farbe zu benehmen, gebrauchet, und beym Töpferzeuge bedient man ſich desſelben zur ſchwarzen und braunen Glaſur.

M. ſ.

α) Examen chemicum magneſiae vitriariorum; in den miſcell. Berolin. To. VI. 1740. S. 40. Joh. Heinrich Pott chemiſche Unterſuchung des Braunſteins oder der Magneſie der Glasſchmelzer. überſ. in Crells neu. chem. Anh. Th. III, S. 289.

β) Noua act. Vpſal. Vol. II. p. 246 ſqq.

M. ſ. Geſchichte des Braunſteins, ſeiner Verhältniſſe gegen andere Körper und ſeiner Anwendung in Künſten, von D. G. F. Ch. Fuchs. Jena 1791. 8.

Brechbarkeit (refrangibilitas, refrangibilité) iſt die Eigenſchaft der Lichtſtrahlen, beym Uebergange aus dem einen Mittel zu einem andern von verſchiedener Dichtigkeit ihre vorige Richtung zu verändern; wie z. B. wenn die Lichtſtrahlen aus der Luft ins Glas, oder aus der Luft in andere Flüſſigkeiten übergehen.

Auf die Brechbarkeit des Lichtes in verſchiedenen Materien von verſchiedener Dichtigkeit beruhet vorzüglich die merkwürdige Eigenſchaft, die Theilung des weißen Lichtes in verſchiedentlich gefärbtes Licht. **Newton** [α]) entdeckte zuerſt im Jahre 1666 die verſchiedene Brechbarkeit des Lichtes von verſchiedenen Farben, und leitete daraus ſeine Theorie von den Farben her. Die vornehmſten Verſuche, welche er anſtellte, ſind folgende:

1. Er ließ durch ein kleines rundes Loch, ungefähr im Durchmeſſer $\frac{1}{4}$ Zoll, in einem verfinſterten Zimmer die Sonnenſtrahlen hindurch, und fieng ſelbige mit einem gläſernen dreyſeitigen Prisma ſo auf, daß die Seitenlinien desſelben mit den einfallenden Strahlen rechte Winkel machten. Auf einer hinter dem Prisma entgegengeſetzten Wand nahm er nun einen erleuchteten Raum gewahr, welcher mehr in die Länge als Breite ausgedehnet, unten und oben aber von zwey Halbkreiſen begrenzt war. Dieſer Raum war gefärbt, und er unterſchied leicht folgende Farben, welche von unten nach oben zu in dieſer Ordnung lagen: **roth, orange, hellgelb, grün, hellblau, indigoblau, violet.** Die Länge (fig. 57.) des von den gebrochenen Strahlen herrührenden Farbenbildes, deſſen Ausbreitung von c d nach e f ſchon **Grimaldi** [β]) vor **Newton** wahrgenommen hatte, fand Newton ungefähr fünf Mahl größer als ſeine Breite;

α) Optice ſ. de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis. Libri III. lat. redd. *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4.

β) De lumine. Bononiae 1665. 4. p. 272.

dieſe aber war eben ſo groß als der Durchmeſſer des weißen Kreiſes, welchen die durch die runde Oeffnung auffallenden und durchs dreyſeitige Prisma nicht gehenden Strahlen in eben der Entfernung würden gebildet haben.

2. Hinter das Prisma b d c ſtellte er ein Bret mit einem kleinen Loche, um einen Theil des im Prisma gebrochenen Lichtes beſonders durchzulaſſen; dieſen abgeſonderten Theil ließ er etwa 12 Fuß von dem Brete entfernet durch das Loch eines zweyten Bretes auf ein anderes hinter dieſes Bret geſtelltes Prisma fallen. Wenn bey dieſer Vorrichtung nur ein einziger gefärbter Strahl auf das zweyte Prisma fiel, ſo fand er die Farbe nach der Brechung gar nicht geändert, und das Licht brachte auf der Wand ein kreisförmiges Bild zu Wege. Blieben überhaupt die beyden dreyſeitigen Prismen mit dem andern Brete an einerley Stelle unverändert, und er drehete das erſte Prisma nach und nach um ſeine Axe, ſo fand er alle einfach gefärbte Strahlen hinter dem zweyten Prisma auf der Wand kreisförmig abgemahlt; das rothe Bild lag aber auf der Wand am niedrigſten, etwas höher das orangegelbe, noch etwas höher das hellgelbe und ſo fort in eben der Ordnung, als die Farben im Farbenbilde von unten auf nach oben zu liegen. Hieraus folgerte er, daß das Sonnenlicht aus verſchiedenen, in Rückſicht der Brechung ungleichartigen, Strahlen beſtehen müſſe, und daß bey einerley Neigungswinkel der rothe Strahl weniger als der orangegelbe, der orangegelbe weniger als der hellgelbe, der hellgelbe weniger als der grüne, und ſo nach der Ordnung fort, gebrochen werde. Wenn alſo die brechende Materie einerley bliebe, ſo hätten auch die verſchiedenen Strahlen des ſiebenfachen farbigen Lichtes verſchiedene Brechungsverhältniſſe. (M. ſ. **Brechungsverhältniß**).

3. Wenn er die hinter dem horizontalliegenden Prisma gebrochenen Strahlen von einem andern dreyſeitigen Prisma, welches vertikal aufgeſtellet war, von neuem brechen ließ, ſo mahlte ſich das Farbenbild an der Wand eben ſo wie vorher mit

mit den nämlichen, in eben der Ordnung nach einander liegenden, Farben ab, nur hatte es die ſchiefe Lage (fig. 58.) e f.

4. Wenn er das im Prisma gebrochene Licht durch eine auf beyden Seiten erhabene Linſe auffieng, ſo ſahe er im Brennpunkte ein rundes weißes Sonnenbild, das ſich auf der Wand abmahlte. Da ſich aber die Strahlen im Brennpunkte durchkreuzten, und nachher wieder aus einander fuhren, ſo konnte er auch ſelbige durch eine weiße ebene Fläche auffangen, und er erblickte alsdann alle die Farben wieder, nur in der verkehrten Ordnung.

5. Wenn er ein halb roth und halb blau gefärbtes Papier durch ein gläſernes Prisma betrachtete, ſo erblickte er die blaue Hälfte höher als die rothe, wenn die Schärfe des Prisma aufwärts, niedriger aber, wenn die Schärfe unterwärts gekehret war. Hieraus folgte nun, daß das blaue Licht jederzeit ſtärker als das rothe gebrochen wurde.

6. Wenn auf die Seitenfläche (fig. 59.) c d eines rechtwinkligen dreyſeitigen Prisma die Strahlen beynahe ſenkrecht auffallen, ſo gehen ſie durch dieſe Fläche ungebrochen durch, werden aber beym Uebergange aus der Fläche c h in die Luft nach e f hingebrochen, und verurſachen daſelbſt das Farbenbild auf einer Ebene. Drehet man nun nach und nach das rechtwinklige dreyſeitige Prisma von c nach d zu um die Axe, bis ungefähr die auf die Fläche c h einfallenden Strahlen gegen ſelbige unter einem Winkel von 49 Graden ſich zu neigen anfangen, ſo wird nun ein Theil des Lichtes nicht mehr in g gebrochen werden, ſondern es wird gegen i hin zurückſtrahlen. Auf dieſe Weiſe wird alles auf c h auffallende Licht nach und nach nach g i reflektiret, wenn das dreyſeitige rechtwinklige Prisma um die Axe weiter gedrehet wird. Geſetzt, es befände ſich ein dreyſeitiges Prisma i k da, wo die in g reflektirten Strahlen hinlaufen, und welche folglich in jenen gebrochen würden, ſo wird bey der allmäligen Umdrehung des rechtwinkligen Prisma c d h der erſte nach i hin reflektirte, und durch das dreyſeitige Prisma i k gebrochene, von einer Ebene aber hinter dieſem Prisma aufgefangene Theil des Lichtes

tes ein violettes Bild verurſachen, welches man in l gewahr wird; bey fernerer Umdrehung des Prisma wird man nach l ein dunkelblaues Bild, hernach ein hellblaues, darauf ein grünes u. ſ. Bild ſehen, bis zuletzt auch in m das rothe darzu kömmt. So bald man aber das violette Bild in l gewahr wird, ſo iſt es in e verſchwunden, und dieſer Erfolg dauert ſo lange, bis in ef nach und nach alles farbige Licht unſichtbar geworden, und in lm übergegangen iſt. Hieraus folgt nun unläugbar, daß die blaufarbigen Strahlen eher als die grünen, dieſe eher als die gelben u. ſ. f. reflektiret werden, mit einem Worte, daß diejenigen Strahlen zuerſt zurückſtrahlen, welche am meiſten gebrochen werden.

Dieſe Verſuche zeigen deutlich, daß nicht allein das Sonnenlicht, ſondern auch das von verſchiedenen Körpern zurückſtrahlende Licht nach Beſchaffenheit ſeiner Farbe eine verſchiedene Brechbarkeit beſitze. **Newton** theilte daher das Licht in einfaches oder **gleichartiges, homogenes**, welches durch Bewegung in einem dreyſeitigen Prisma keine veränderlichen Farben erhält, und **zuſammengeſetztes** oder **ungleichartiges, heterogenes**, welches durch Brechung verſchiedene farbige Lichtſtahlen beſitzet. Es kann möglich ſeyn, daß ungleichartiges Licht in Anſehung der Farbe dem homogenen ähnlich iſt, man muß es aber noch nicht für gleichartig halten; die Brechung desſelben in einem dreyſeitigen Prisma wird die Zuſammenſetzung oder die Einfachheit des Lichtes erſt zeigen müſſen.

Was für Einfluß die verſchiedene Brechbarkeit des Lichtes auf die gewöhnlichen Fernröhre hat, iſt unter dem Artikel **Abweichung, dioptriſche** gezeiget worden.

Noch mehr hierher gehöriges ſ. m. unter dem Artikel **Farben**.

Brechung (refractio, refraction). Hierunter verſteht man überhaupt eine Ablenkung eines bewegten Körpers von ſeiner Bahn, wenn er in einer ſchiefen Richtung aus einem Mittel in ein anderes von verſchiedener Dichtigkeit übergehet. Wenn nämlich ein feſter bewegter Körper aus einem

einem dünnern Mittel in ein dichteres nach ſchiefer Richtung übergehet, ſo iſt es natürlich, daß er bey der Berührung des dichtern Mittels einen größern Widerſtand in ſeiner Bewegung findet, folglich muß er auch von ſeiner vorigen Richtung abgelenket werden, und in ſeiner Bewegung eine andere Richtung bekommen. Eben dieß wird auch erfolgen, wenn er aus einem dichtern Mittel in ein dünneres übergehet. Wenn z. B. die feſte Kugel (fig. 60.) in der Richtung a h aus der Luft bey b ins Waſſer übergehen will, ſo werden alle Theile der Fläche der Kugel, welche bey der Bewegung in der Luft derſelben entgegengeſetzet iſt, gleichviel Widerſtand leiden; ſo bald aber die Kugel die Waſſerfläche in b berühret, ſo iſt auch der Widerſtand an dieſer Stelle größer, als der an der Stelle c, welche noch in der Luft ſich befindet; mithin muß ſich auch die Kugel mit dem Unterſchiede beyder Widerſtände gegen c hinlenken; je weiter ſich nun die Kugel ins Waſſer eintauchet, deſto mehrere Punkte werden mit dem Waſſer in Berührung kommen, deſto größer wird alsdann auch der Widerſtand daſelbſt ſeyn. Folglich geſchieht die Ablenkung der bewegten Kugel von ihrer Bahn nicht auf ein Mahl, ſondern nur nach und nach, und es muß daher die Kugel eine Curve beſchreiben, bis ſie endlich ganz unter Waſſer getauchet iſt; in dieſem Falle wird ſie alsdann in der Richtung c i geradlinig fortgehen, weil nun die dem Waſſer entgegengeſetzte Fläche in allen Punkten wie in der Luft gleichen Widerſtand leidet. Wenn umgekehrt die Kugel in der ſchiefen Richtung i c aus dem Waſſer bey b in die Luft übergehet, ſo werden ähnliche Betrachtungen zeigen, daß ſie anfänglich eine krumme Linie beſchreiben und wenn ſie das Waſſer völlig verlaſſen hat, in der geraden Linie c a ſich fortbewegen müſſe. Es folgt demnach hieraus, daß feſte Körper, welche aus einem dünnern Mittel in ein dichteres übergehen, von dem Perpendikel d e ab, beym Uebergange aus einem dichtern in ein dünneres Mittel aber nach dem Perpendikel d e zu gelenket werden, wie auch die Erfahrung hinlänglich beweiſet. Hier wird jedoch vorausgeſetzet,

daß

daß auf dem feſten Körper keine andere Kraft als diejenige, welche ihn in Bewegung ſetzte, wirke. Die Größe dieſer Ablenkung von der vorigen Richtung hängt übrigens von der Geſchwindigkeit der Geſtalt und Maſſe des feſten Körpers ab.

Brechung der Lichtſtrahlen, Strahlenbrechung (refractio radiorum lucis, refraction de la lumière) heißt die Aenderung der Lage eines Lichtſtrahles, wenn er aus einer durchſichtigen Materie in eine andere von ungleicher Dichtigkeit übergehet. Diejenige Wiſſenſchaft, welche die Geſetze derſelben erkläret, heißt die **Dioptrik**, und macht einen beſondern Theil der optiſchen Wiſſenſchaften aus.

Die Fläche, womit zwey durchſichtige Materien von ungleicher Dichtigkeit an einander grenzen, heißt die **brechende Fläche**, und die gerade Linie, welche auf ſelbiger in dem Punkte, wo der Luftſtrahl auffällt, ſenkrecht iſt, das **Einfallsloth** (cathetus incidentiae). Man nennt ferner den Winkel, welchen das Einfallsloth mit dem einfallenden Strahl macht, den **Neigungswinkel** (angulus incidentiae), den Winkel des gebrochenen Strahls aber mit dem Einfallsloth den **gebrochenen Winkel** (angulus refractus), und denjenigen, welchen der einfallende und gebrochene Strahl einſchließen den **Brechungswinkel** (angulus refractionis).

Die Erfahrung lehret, daß bey der Brechung der Lichtſtrahlen folgende Geſetze Statt finden.

1. Wenn ein Lichtſtrahl aus einer weniger brechenden Materie in eine ſtärker brechende übergehet, ſo wird der gebrochene Winkel allemahl kleiner als der Neigungswinkel, und das Verhältniß des Sinus des Neigungswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels bleibt einerley, wenn die brechende Materie bleibt, der Neigungswinkel mag größer oder kleiner werden.

2. Wenn ein Lichtſtrahl aus einer ſtärker brechenden Materie in eine weniger brechende übergehet, ſo wird der gebrochene Winkel allemahl größer

als

als der Neigungswinkel, und das Verhältniß des Sinus des Neigungswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels bleibt einerley, wenn die brechende Materie dieſelbe bleibt, der Neigungswinkel mag groß oder klein ſeyn.

3. In beyden Fällen liegen der einfallende Strahl mit dem gebrochenen und dem Einfallsloth in einerley Ebene.

Das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels nennt man auch das **Brechungsverhältniß** oder das **Verhältniß der Refraktion.**

Aus dieſen Geſetzen der Brechung folgt unmittelbar, je kleiner der Neigungswinkel wird, deſto kleiner muß auch der gebrochene Winkel werden; verſchwindet alſo der Neigungswinkel, ſo verſchwindet auch der gebrochene d. h. ein ſenkrecht auffallender Strahl geht ungebrochen durch.

Es ſey (fig. 61.) ke die brechende Fläche, und der Lichtſtrahl ab falle aus einer weniger brechenden Materie in eine ſtärker brechende, und das Brechungsverhältniß ſey $\mu:\nu$, ſo wird man aus dem bekannten Neigungswinkel abc den gebrochenen dbi finden können: denn man hat ſin. abc: ſin. dbi $= \mu : \nu$, folglich ſin. dbi $= \frac{\nu}{\mu}$. ſin. abc, wodurch die Lage des gebrochenen Strahls bi beſtimmt wird. Nähme man umgekehrt an, der auffallende Strahl ib gehe aus einem ſtärker brechenden Mittel in ein weniger brechendes über, und das Brechungsverhältniß ſey $\nu:\mu$, ſo hat man ſin. dbi: ſin. abc $= \nu:\mu$, folglich ſin. abc $= \frac{\mu}{\nu}$. ſin. dbi; es ließe ſich alſo auch hierdurch die Lage des gebrochenen Strahls finden. Weil beſtändig $\mu > \nu$ iſt, ſo iſt auch ſin. dbi ein möglicher Sinus, welcher nie größer als $\frac{\nu}{\mu}$ wird, wie groß auch abc ſeyn mag. Geht aber der

Strahl

Strahl aus einer ſtärker brechenden Materie in eine weniger brechende über, ſo wird die Brechung unmöglich, wenn $\frac{\mu}{\nu}$. ſin. dbi > 1, mithin ſin. dbi > $\frac{\nu}{\mu}$ iſt. Fiel der Lichtſtrahl aus dem Glaſe in die Luft, ſo kann man das Brechungsverhältniß $\nu : \mu = 2:3$ annehmen; folglich iſt $\frac{\nu}{\mu} = \frac{2}{3}$. Es kann alſo auch der Strahl aus dem Glaſe nur ſo lange in die Luft fallen, als ſin. dbi nicht größer als $\frac{2}{3}$ oder nicht größer als 0,6666666 wird. Es muß demnach der Winkel des einfallenden Strahles mit dem Einfallsloth nicht über $41^\circ\ 48'$, und der Neigungswinkel desſelben gegen die brechende Fläche nicht unter $47^\circ\ 12'$ ſeyn. Auch lehret wirklich die Erfahrung, daß Strahlen, welche ſo ſchief auffallen, nicht in die Luft übergehen, ſondern zurückgeworfen werden.

Die Strahlenbrechung war den Alten gar nicht unbekannt; allein ihre unbeſtimmten Begriffe vom Sehen und dem Lichte ließen ihnen auch dieſe Wirkung dunkel. Erſt der Araber **Alhazen** im 11ten Jahrhunderte und **Vitello** (auch **Vitellio**) im 13ten Jahrhunderte *) bemühten ſich, das Geſetz der Strahlenbrechung zu entdecken. Ihre Unterſuchungen giengen aber ganz allein auf die Vergleichung der Winkel und verfehlten daher die Wahrheit. **Kepler** β) unterſuchte die Strahlenbrechung ſchon etwas genauer, nahm jedoch hierbey die Kugelſchnitte zu Hülfe, um die Größe der Brechungen zu beſtimmen. Er ſagt, die Brechungswinkel, worunter er die Winkel des einfallenden und gebrochenen Strahls verſtehet, haben einen Proportionaltheil, welcher von dem Einfallswinkel abhängt, und einen ungleich wachſenden Theil, der von der Sekante des Winkels abhängt, welche der gebrochene Strahl mit dem Einfallslothe macht. Er berechnete hierüber

*) Des Alhazen libri opticorum VII und des Vitello libri opticorum X ſind von Friedrich Risner in theſauro optico zu Baſel 1572. f. ediret worden.

β) Ad Vitellionem paralipomena etc. Franc. 1604. 4. cap. IV.

hierüber eine Tafel für die Brechung im Waſſer. In ſeiner Dioptrik *) gibt er folgendes Inſtrument an, die Größe des gebrochenen Winkels bey jeder Lage des einfallenden Strahls zu meſſen. Ein gläſerner Würfel (fig. 62.) a b c g e f wird in den Winkel zwey unter einem rechten Winkel zuſammengefügter Breter f g h und k i h geſetzet, wovon das eine f g h und das Stück e d h g vor dem Würfel hervorgehet, mit dem Würfel aber einerley Höhe hat. Bringt man nun den Würfel mit dem Brete horizontal gegen die Sonne ſ, ſo wird der Schatten des Bretes f g h außer dem gläſernen Würfel bis o m, und innerhalb desſelben nur bis n p reichen. Alsdann laſſen ſich die Linien d m und d n meſſen, und man kann aus der Höhe des Würfels e d die Winkel m e d = l e ſ = dem Einfallswinkel und n e d = dem gebrochenen Winkel trigonometriſch berechnen. Durch dieſes Werkzeug fand Kepler, daß bey der Brechung der Strahlen aus Luft ins Glas der Einfallswinkel l e ſ, wenn er nicht über 30° beträgt, zum gebrochenen Winkel n e d ſich verhalte wie 3:2, welches Verhältniß von dem Geſetz der Brechung ſehr wenig abweichet. Dieſes Verhältniß wandte er ſehr vortheilhaft auf die Gläſer in den Fernröhren an, deren Krümmung, vom Mittelpunkte bis an den Rand gerechnet, gewöhnlich nicht über 30° beträgt, und leitete daraus die Vereinigungsweite von denſelben ſehr richtig ab. Durch Verſuche beſtimmte er auch ſchon, daß bey der Brechung des Lichtes aus dem Glaſe in die Luft der Einfallswinkel nicht über 42° ſeyn müſſe, wenn es ſich nicht aus der Brechung in eine Zurückſtrahlung verwandeln ſoll. **Scheiner** und **Kircher** **) ſtellten noch mehrere Verſuche über die Brechung der Lichtſtrahlen an. Scheiner maß das Verhältniß des Einfalls- und Brechungswinkels aus Luft in Waſſer von Grad zu Grad mit vieler Genauigkeit, und brachte alle Reſultate in eine Tabelle.

*) Dioptrice, ſ. demonſtratio eorum, quae viſui et viſilibus, propter conſpicilla non ita pridem inuenta, accidunt etc. Auguſtae Vindelic. 1611. 4. L. 1. c. 3.

**) Ars magna lucis et umbrae. Romae 1646. fol.

Tabelle. Kircher gieng noch weiter, und ſtellte über die Brechung der Lichtſtrahlen Verſuche von Minute zu Minute an, und beobachtete auch die Brechungen im Weine, Oele und Glaſe. Kircher bediente ſich zur Meſſung der Brechung folgendes Werkzeuges: ein in Form einer Halbkugel verfertigtes hohles Gefäß hatte auf dem Rande einen ſtehenden Quadranten, um deſſen Mittelpunkt eine Regel beweglich war; dieſes halbkugelförmige Gefäß füllte er mit der durchſichtigen flüſſigen Materie an, neigete alsdann die Regel unter einem gewiſſen Neigungswinkel, und bemerkte den Ort, wo ſie wegen der Brechung den untern Theil des Gefäßes zu berühren ſchien. Endlich wurde das Geſetz der Strahlenbrechung von **Willebrordus Snellius**, Profeſſor der Mathematik zu Leiden, entdeckt. Seine Schrift, worin er dieſes Geſetz beſchrieben hat, iſt zwar nie herausgekommen, allein **Huygens** [α]) verſichert, daß er dieſes in ſeiner Handſchrift geleſen habe. **Prieſtley** [β]) führt auch noch an, daß **Voſſius** in ſeiner Schrift, de natura lucis, erzähle, daß der Profeſſor **Hortenſius** dieſe Entdeckung ſowohl in ſeinen Lehrſtunden als auch ſonſt vorgetragen hätte; allein der Herr Profeſſor **Scheibel** [γ]) behauptet, daß er dieſes in dem Voſſius nicht gefunden habe. Herr **Pfleiderer** [δ]) hingegen fand dieſe Stelle in des *Iſ. Voſſii* reſponſo ad obiecta J. de Bruyn et Petri Petiti p. 32 ſq. Herr **Pfleiderer** vermuthet, daß **Snellius** auf ſeine Erfindung durch eine Wiederhohlung von **Keplers** Unterſuchungen gekommen ſey. Nach **Huygens** beſtand die Entdeckung des **Snellius** im Folgenden: es ſey (fig. 63.) die Oberfläche einer ſtärker brechenden Materie, wie z. B. des Waſſers, darin f ein ſichtbarer Punkt iſt, welcher einem Auge in h in der geraden Linie he erſcheinet. Nun nahm er

α) Dioptrica p. 2.

β) Geſchichte der Optik; aus d. Engl. von Klügel, Th. I. Leipzig 1777. S. 87.

γ) Einleitung in die mathematiſche Bücherkenntniß, Th. II. S. 326.

δ) Theſium inaugural. pars mathematico-phyſica 1791. defenſ. Tubing. 4. theſ. XXVI.

er an, daß das Bild des Punktes f in e erſchiene, und daß die geraden Linien df und de ein unveränderliches Verhältniß zu einander hätten, nämlich im Waſſer das von 4 zu 3. In dem Dreyecke def hat man nun df : de = ſin. def : ſin. efd oder df : de = ſin. aed : ſin. fdg oder df : de = ſin. cdh : ſin. fdg. **Huygens** aber ſagt, auf das Verhältniß des Sinus hat **Snellius** nicht gedacht, und glaubte, daß hier alles auf das ſcheinbare Bild der Sache ankäme. Erſt **Descartes** führt das wahre Geſetz der Strahlenbrechung in ſeiner im Jahre 1637 herausgekommenen Dioptrik ſo an, wie es bereits oben angeführet worden iſt, erwähnet aber keines Verſuches, welchen er zur Entdeckung dieſes Geſetzes gemacht hätte, ſondern er leitet es als eine Folge aus den Unterſuchungen über die Brechung des Lichtes her, obgleich **Huygens** gewiß verſichert, daß er die Handſchrift des **Snellius** in Händen gehabt habe. Descartes druckt das Geſetz nur etwas anders aus, als Snellius. Es mag auch ſeyn, daß Descartes dieß Geſetz aus der Handſchrift des Snellius genommen hat, ſo gebühret ihm doch das Verdienſt, es zuerſt bekannt gemacht zu haben, wodurch erſt die Dioptrik eine richtigere und auf Gründen gebauete Theorie erhielt.

Vor Descartes hatte man es noch nicht gewagt, eine Erklärung über die Urſache der Brechung zu machen. Dieſer verſuchte ſie aus mechaniſchen Grundſätzen durch die Zerlegung der Kräfte zu geben. Er nahm an, daß das Licht die ſtärker brechende Materie leichter als die weniger brechende durchdringe. Es ſey (fig. 64.) gc der einfallende Strahl, deſſen Bewegung nach den zwey Richtungen hc in der Oberfläche des Waſſers und ic der ſenkrechten auf dieſe Oberfläche zerfället werde. Mit ic und ch kann man das Parallelogramm ichg und mit cg den Kreis gafb beſchreiben. Iſt nun die Geſchwindigkeit in der ſtärker brechenden Materie um ein Drittheil größer, als die in der geringer brechenden, ſo beſchreibet der Lichtſtrahl in der erſten Materie eben denſelben Weg in zwey Zeittheilen, welchen er in der andern Materie in drey Zeittheilen beſchrieb, weil die Geſchwindigkeiten

in gleichen Räumen umgekehrt wie die Zeiten ſich verhalten. Auf der verlängerten bc nehme man das Stück cd = $\frac{2}{3}$ bc, ſo muß nun der Strahl in zwey Zeittheilen ſo wohl den Halbmeſſer des Kreiſes beſchreiben, als auch nach der Richtung ca um das Stück cd fortgegangen ſeyn, weil die Geſchwindigkeit nach ce nicht verändert wird. Folglich kann der Lichtſtrahl ſeinen Weg nicht in der geraden Linie gce fortgeſetzet haben, ſondern er muß den Kreis in f treffen, wo die aus d auf ac ſenkrechte Linie den Kreis trifft. Auf dieſe Art wäre alſo das Geſetz der Brechung völlig bewieſen. Man brauchte daher nur für eine jede brechende Materie eine einzige Beobachtung anzuſtellen, um durch Rechnung für jeden Einfallswinkel den Brechungswinkel zu beſtimmen. Allein dem Beweiſe dieſes Geſetzes kann man zwey nicht ungegründete Zweifel entgegenſetzen. Erſtlich ſieht man gar keinen Grund ein, warum die veränderte Geſchwindigkeit des bewegten Lichtſtrahles allein durch cf ſich erſtrecken, und gar keinen Einfluß auf die mit cd parallele Bewegung fk haben ſoll, da doch der Lichtſtrahl in der ſtärker brechenden Materie wirklich fortgehet, und folglich, wenn er dieſelbe leichter durchdringt, auch nach der Richtung cd oder kf leichter und geſchwinder fortgehen müßte. Zweytens iſt ohne Beweis angenommen, daß das Licht die ſtärker brechende Materie leichter und geſchwinder durchdringe; die Erfahrung davon lehret aber gar nichts Beſtimmtes. Uebrigens ſtimmt auch die Behauptung des Descartes, daß das Licht die ſtärker brechende Materie ſchneller durchdringe, mit der Vorſtellung, daß die Fortpflanzung des Lichts inſtantan ſey, gar nicht überein.

Der erſte, welcher die Wahrheit dieſer Erklärung in Zweifel zog, war der Parlamentsrath zu Toulouſe **Fermat**, welcher mit Descartes hierüber in Streitigkeit gerieth, die **Montucla** *) umſtändlich erzählet. Er behauptete gegen Descartes, daß das Licht im Waſſer mehr Widerſtand als in der Luft antreffe, ſo wie im Glaſe mehr als im Waſſer, und die Größe des Widerſtandes in verſchiedenen brechenden Materien

*) Hiſtoire des mathemat. T. II. p. 188.

terien verhalte ſich in Abſicht auf das Licht, wie ihre Dichtigkeiten. Er ſucht die Urſache der Brechung aus dem Satze herzuleiten, daß die Natur ihre Entzwecke auf die kürzeſte Art erreiche. Es verkürze ſich nämlich der Weg c f des Lichtes in einer ſtärker brechenden Materie, ſo daß die Zeit, welche das Licht gebrauche, um von g nach f zu kommen, auf dem Wege g e f die kleinſte ſey. Hieraus bewies nun Fermat durch eine weitläuftige Rechnung, daß ſich, um dieß Kleinſte zu erhalten, die Sinus der Winkel g c i und f e k verhalten müßten umgekehrt wie die Widerſtände beyder brechender Materien. Mit Hülfe der nachher erfundenen Differenzialrechnung ließe ſich dieſe Rechnung kurz anſtellen. Auf dieſe Weiſe kamen Descartes und Fermat in dem Schluſſe mit einander überein, daß die Sinus des Einfalls- und des Brechungswinkels in einerley Verhältniß ſtänden; nur waren ſie darin verſchieden, daß der erſtere glaubte, die Sinus der gedachten Winkel verhielten ſich umgekehrt wie die Geſchwindigkeiten in beyden brechenden Materien, der andere aber, ſie verhielten ſich umgekehrt wie die Widerſtände der brechenden Materien. Gegen **Fermats** Schluß iſt nur einzuwenden, daß aus Entzwecken der Natur nichts Phyſikaliſches geſchloſſen werden kann.

Der Herr von **Leibnitz** *) ſuchte das Geſetz der Strahlenbrechung ebenfalls aus den Abſichten der Natur, wie Fermat, zu beweiſen. Er nimmt an, das Licht ſuche den leichteſten Weg; die Leichtigkeit aber hänge ſo wohl von der Länge des Weges als auch von dem Widerſtande der durchdringenden brechenden Materien ab. Durch Hülfe der Differenzialrechnung findet er nun eben das Reſultat, welches **Fermat** gefunden hat, daß ſich nämlich die Sinus der Einfalls- und Brechungswinkel zu einander verhalten umgekehrt wie die Widerſtände der brechenden Materien, oder gerade, wie die Leichtigkeiten, womit ſich die brechenden Materien durchdringen ließen. Dem Lichtſtrahle gibt er, wie Descartes, in

 der

*) Vnicum opticae, catoptricae et dioptricae principium, Acta erud. Lipſ. 1682. pag. 185-190.

der ſtärker brechenden Materie mehr Geſchwindigkeit, ungeachtet er ihm daſelbſt mehr Geſchwindigkeit antreffen läßt. Den Begriff von der Leichtigkeit und Schwierigkeit hat er ganz unbeſtimmt gelaſſen, und ihn ganz nach dem zu beweiſenden Satze eingerichtet. Wollte man ihn genau nehmen, ſo würde viel Ungereimtes daraus folgen.

Eine von den älteſten mechaniſchen Erklärungen, über die Brechung der Lichtſtrahlen, welche **Barrow** α), **Dechales** β) und **Rizzetti** γ) angenommen haben, eignet **Montucla** dem **P. Maignan** δ) als Erfindung zu. Man behauptet nämlich, daß ein jeder Lichtſtrahl aus einer Menge an einander hängenden länglichen Lichttheilen beſtehe, welche ſich immer parallel mit einander fortbewegen. Wenn nun ein ſolcher Lichtſtrahl ſchief gegen eine brechende Fläche ſtoße, wo er größern Widerſtand finde, ſo werde der Theil (fig. 65.) d eher als f anſtoßen, und daher größern Widerſtand leiden. Hierdurch bewege ſich aber d langſamer als f, weil f die vorige Geſchwindigkeit noch nicht verloren hat. Da nun beyde Theile zuſammenhängen, ſo müſſen ſie Bogen beſchreiben, welche concentriſch ſind, und deren Längen ſich zu einander verhalten wie die Geſchwindigkeiten in beyden brechenden Materien, bis endlich f die brechende Fläche in g erreicht, und mit d einerley Geſchwindigkeit erhalten hat, in welchem Falle ſie wieder geradlinig und mit den übrigen Theilen des Lichtes in dieſer brechenden Materie parallel fortgehen. Hierdurch läßt es ſich begreifen, daß der Lichtſtrahl bey d nach dem Perpendikel ce zu in der ſtärker brechenden Materie gebrochen werde; auf eben dieſe Weiſe ſieht man leicht ein, daß dieſe Brechung in umgekehrter Ordnung vor ſich gehe, wenn der Lichtſtrahl aus einer ſtärker brechenden Materie in eine weniger brechende übergehe. Nach dieſer willkürlich angenommenen Hypotheſe würde folgen müſſen, daß die brechenden Materien von größerer Dichtigkeit dem Durch-

α) Lectiones opticae. Lond. 1674. 4.
β) Mundus mathematicus. Lugd. 1690. fol.
γ) Catoptricae et dioptricae elementa. Venet. 1728. 8.
δ) Perſpectiua horaria. Romae 1648. fol.

Durchgange des Lichtes mehr widerſtehen, und folglich daſſelbe mehr brechen würden, als die brechende Materie von geringerer Dichtigkeit, welches aber der Erfahrung ganz zuwider iſt.

Johann Bernoulli [α]) ſuchte ebenfalls einen Beweis der Brechung der Lichtſtrahlen aus mechaniſchen Grundſätzen zu geben. Wenn nämlich zwey ungleiche Kräfte den Punkt (fig. 64.) c zur Bewegung nach den Richtungen cg und cf ſo antreiben, daß er in der mittleren Richtung ck fortgehen müſſe, ſo verhalten ſich dieſe Kräfte, wie die Linien ce und cf, d. h. wie die Sinus der Winkel fck und icg. Die Richtungen des einfallenden und des gebrochenen Strahls kommen mit den Richtungen der Kräfte, und die Dichtigkeiten der brechenden Materien mit den Größen der Kräfte überein. Allein dieſes Geſetz gibt noch keine phyſikaliſche Erklärung ab.

Maupertuis [β]) ſucht, wie **Fermat** und **Leibnitz**, den Grund der Brechung aus den Entzwecken der Natur herzuleiten. Er nimmt den Satz an, daß ein jeder Strahl bey dem Uebergange aus der einen brechenden Materie in die andere denjenigen Weg wähle, wobey die Größe der Wirkung ein Kleinſtes iſt. In Anſehung des Lichtes, bey welchem die Materie nicht in Betrachtung gezogen werde, käme die Größe der Wirkung auf die Geſchwindigkeit des Lichtes und den von ihm beſchriebenen Weg an, und verhalte ſich wie die Summe der Produkte aus den Räumen in die dazu gehörigen Geſchwindigkeiten. Hieraus leitet er das Brechungsgeſetz her, daß ſich die Sinus des Einfalls- und Brechungswinkels umgekehret wie die Geſchwindigkeiten des Lichtes in beyden brechenden Materien verhalten. Die Geſchwindigkeit des Lichtes in der ſtärker brechenden Materie wird auch hier größer angenommen. Allein es bleibt ebenfalls ausgemacht, daß Erklärung aus Zwecken der Natur keine phyſiſche Erklärung iſt.

α) Acta erudit. Lipſ. menſ. Ian. 1701.
β) Mémoire de l'Acad. de Paris. 1743. p. 575.

Aus der Hypotheſe, daß das Licht aus fortgepflanzten wellenförmigen Schwingungen oder Wirbeln einer feinen elaſtiſchen flüſſigen Materie beſtehe, gibt **Huygens** *) folgenden Beweis über die Brechung der Lichtſtrahlen: man ſtelle ſich den Fortgang des Lichtes durch eine gerade Linie (fig. 65.) lg, und eine Reihe neben einander liegender Schwingungen durch lm, ik, fd u. ſ. vor. Treffen nun eine ſolche Reihe neben einander liegender Schwingungen, welche das Licht verurſachen, die brechende Fläche ab, ſo erhält der Lichtſtrahl md zuerſt in d einen Widerſtand, indem die anliegenden Strahlen wie lf ihre vorige Geſchwindigkeit noch behalten. Es geht alſo der Strahl bey d in der ſtärker brechenden Materie nur um dh fort, indem der Strahl bey f um fg fortgehet, und es verhalten ſich dh und fg wie die Geſchwindigkeiten in den beyden brechenden Materien. Hierdurch wird aber nothwendig die Richtung der Lichtſtrahlen, welche neben einander liegen, geändert. Wenn nun die zwiſchen lg und md liegenden Lichtſtrahlen in die ſtärker brechende Materie gekommen und eine gleiche Geſchwindigkeit erlanget haben, ſo iſt kein Grund vorhanden, warum ſie ſich nicht in gerader Linie fortbewegen ſollten. Da ſie nun aus dem Uebergange der einen brechenden Materie in die ſtärker brechende die Lage in der geraden Linie gp erhalten haben, ſo folgt, daß ſich der Sinus des Winkels fdg zu dem Sinus des Winkels dgh verhalte wie fg zu dh, d. i. wie der Sinus des Einfallswinkels zu dem Sinus des Brechungswinkels zu den Geſchwindigkeiten des Lichtes in den brechenden Materien. So richtig und ſchön dieſer Beweis iſt, ſo beruhet er doch auf einer Hypotheſe des Lichtes, welche wohl ſchwerlich jetzt noch einen Liebhaber finden wird. Auch müßte daraus folgen, daß die Lichtſtrahlen in brechenden Materien von größern Dichtigkeiten ſtärker als in denen von geringern Dichtigkeiten brechen müßten, welches aber der Erfahrung ganz entgegen iſt.

Euler

*) Traité de la lumière, à Leide 1690. 4. c. 3.

Euler α) führte ebenfalls den Beweis über die Brechung der Lichtſtrahlen in verſchiedenen brechenden Materien, wie **Huygens**, und weicht nur von dieſem in Anſehung der Hypotheſe des Lichtes darin ab, daß er nicht wie **Huygens** die Schwingungen aus einzelnen neben einander liegenden Wirbeln zuſammenſetzet. **Euler** wußte durch eine fruchtbare Anwendung der Mathematik ſeiner Hypotheſe Eingang zu verſchaffen; allein es bleibt hier immer noch eine Schwierigkeit zurück, wie nach dieſer Hypotheſe die Brechung des Lichtes richtig erkläret werden könne.

Newton β) ſetzt den Grund der Brechung des Lichtes in den durchſichtigen Köpern ganz allein in die Kraft der Cohäſion der Materie der durchſichtigen Körper mit dem Lichte, und dieſe ſeine Meinung iſt auch wohl die befriedigendſte unter allen. Nach ſeinen Grundſätzen beweiſet er die Brechung auf folgende Art: man nehme an, daß die verſchiedenen brechenden Materien, wodurch die Lichtſtrahlen gehen, mittelſt ebener Flächen von einander getrennt werden, welche unter ſich parallel ſind. Es ſey nämlich zwiſchen den parallelen ebenen Flächen (fig. 66.) a b und c d Waſſer oder auch Glas oder ſonſt eine durchſichtige Materie enthalten, und oben und unten Luft. Hiermit ziehe man e f, ſt, p x und g h parallel, wovon e f und g h die Entfernung von dem Körper a c d b darſtellet, bey welcher der Körper a c d e auf das Licht zu wirken anfängt, ſt und p x aber die Entfernung von den ebenen Flächen a b und c d, bey welcher die äußere brechende Materie auf das Licht noch wirkſam iſt. Beyde Entfernungen werden zwar klein ſeyn, der Deutlichkeit wegen aber ſind ſie hier etwas groß gezeichnet. Man ſetze nun, es komme ein Lichttheilchen in der ſchiefen Richtung m n gegen e f, ſo wird ſich ſchon die Anziehung der Theilchen des Körpers a c d b auf dasſelbe wirkſam erweiſen, und es von ſeiner Richtung ablenken. Je weiter es ſich aber in der Sphäre dieſer Wirkſamkeit fortbeweget, deſto größer

α) Noua theoria lucis et colorum, in den opuſculis varii argumenti. Berol. 1746. 4. p. 169-244.
β) Princip. L. I. propoſ. 94-96.

wird die Anziehung der Theile des Körpers acdb, und deſto größer muß auch die Geſchwindigkeit des Lichttheilchens werden. Es muß daher von n bis k eine krumme Linie beſchreiben, welche gegen die ebene Fläche ab hohl iſt. Selbſt innerhalb der ſtärker brechenden Materie acdb bleibt ſein Weg ko noch ſo lange krummlinig, bis es in o anlangt, wo die brechende Materie von außen auf ihn zu wirken aufhöret, und folglich von allen Seiten gleich ſtark angezogen wird; alsdann geht es auch in der geraden Linie op fort, welche als die Tangente der krummen Linie okm zu betrachten iſt. Kömmt es nun an die Stelle p, wo ſchon die Luft auf ihn zu wirken wieder anfängt, ſo wird es ſtärker nach der innern Seite als nach der äußern gezogen, und muß daher abermahls eine krumme Linie beſchreiben, bis es außer dem Wirkungskreiſe in r anlangt, wo es nun in der Tangente dieſer krummen Linie ſich weiter fortbeweget. Wäre bey der Annäherung an die untere Fläche cd der Einfallswinkel y ſo groß, daß die krumme Linie mit der Fläche ſchon parallel wird, ehe das Lichttheilchen ſelbige erreicht, ſo wird es nun zurückgeworfen, und es verwandelt ſich daher die Brechung in eine Zurückwerfung.

Hieraus ließe ſich nun auch die Beſtändigkeit des Verhältniſſes zwiſchen dem Sinus des Einfallswinkels und des gebrochenen Winkels herleiten. Es falle nämlich ein Lichtſtrahl (fig. 67) ec aus der Luft ins Glas, ſo wird er in dieſem nach dem Perpendikel dh zu gebrochen, und es mag der Winkel dce = fch ſeyn wie er will, ſo wird der Sinus dieſes Einfallswinkels fh oder de beſtändig in einerley Verhältniſſe mit dem Sinus des Brechungswinkels ik ſeyn. Nach Newtons Grundſätzen ſoll nun der Lichtſtrahl durch die Anziehung im Glaſe eine größere Geſchwindigkeit erlangen als in der Luft, folglich muß ſich auch die Geſchwindigkeit des Lichtes in der Luft zur Geſchwindigkeit im Glaſe umgekehrt wie der Sinus des Brechungswinkels zu dem Sinus des Einfallswinkels verhalten.

So ſchön und befriedigend auch die Erklärung Newtons über die Brechung der Lichtſtrahlen iſt, ſo ſcheint mir doch aus dem Satze, daß das Licht in einem dichtern Mittel eine größere Geſchwindigkeit durchs Anziehen erhalte, als im dünnern, zu folgen, daß das Licht in einer brechenden Materie von größerer Dichtigkeit allemahl ſtärker, als in der von geringerer Dichtigkeit gebrochen werden müſſe, weil ſich nach ſeinen eigenen richtigen Sätzen die Anziehungen wie die Maſſen verhalten. Allein dieß iſt der Erfahrung ganz zuwider, welche lehret, daß ſich die Größe der Brechung nicht nach der Dichte der brechenden Materien richtet. Newton ſcheint hier die Anziehung in der Ferne mit der in der Berührung verwechſelt zu haben, welche letztere ganz andern Geſetzen als jene folget. Schon nach der atomiſtiſchen Lehrart iſt es mir ſchwer zu begreifen, daß ein Lichtſtrahl, welcher doch nur durch die leeren Zwiſchenräume gehen kann, und folglich gewiß hier und da im Wege liegende Materie treffen muß, an welcher er hinwegſtreichen und gleichſam geſchlängelt durch die brechende Materie gehen muß, in dieſer von größerer Dichtigkeit eine größere Geſchwindigkeit, als in einer Materie von geringerer Dichte erhalte.

Nach der dynamiſchen Lehrart, nach welcher die Dichte aus dem Grade der Erfüllung eines Raumes von beſtimmter Größe beſteht, muß man ſchlechterdings annehmen, daß dem ankommenden Lichtſtrahle in einem mit Materie erfüllten Raume durch die zurückſtoßende Kraft derſelben Widerſtand geſchehe. Der Einwurf, daß der Lichtſtrahl in einem dichtern Mittel, von dem Perpendikel abgelenket werden müſſe, wie bey der Brechung eines feſten Körpers (ſ. **Brechung**), wenn es dem Lichtſtrahle widerſtehen ſolle, hat gar kein Gewicht. Denn bey der Brechung eines feſten Körpers im dichten Mittel findet keine Cohäſionskraft, ſondern allein Widerſtand Statt, da im Gegentheil bey der Brechung eines Lichtſtrahles, welcher die Materie durchdringt, vorzüglich Cohäſionskraft wirkſam iſt, und der Widerſtand in einem unendlich geringen Grade ſich zeigen muß. Da

aber

aber die Materie als Materie keine Cohäſion weſentlich vorausſetzet, mithin die Cohäſionskraft nicht als Grundkraft angenommen, und deren Wirkung ganz allein aus der Erfahrung erkannt werden kann, ſo läßt ſich eigentlich von der Geſchwindigkeit des Lichtes in den verſchiedenen Mitteln nichts Beſtimmtes feſtſetzen. Selbſt die Erfahrung lehret uns hiervon nichts Entſcheidendes wegen der unendlichen Geſchwindigkeit des Lichtes. Hieraus folgt, daß das Geſetz der Strahlenbrechung ganz allein nach den Geſetzen der Cohäſionskräfte erwieſen werden muß. Weil aber die Geſetze der Cohäſionskräfte noch völlig unbekannt ſind, ſo kann auch bis jetzt das Geſetz der Strahlenbrechung nicht bewieſen werden. Alle Beweiſe, welche bisher verſuchet worden, ſind keine wahren Beweiſe des Geſetzes der Strahlenbrechung. Man nahm nur Vorausſetzungen als bewieſen an, die eigentlich erſt bewieſen werden ſollten, und daher erkläret es ſich, daß aus ſo mancherley, zum Theil ganz entgegengeſetzten, Gründen einerley Folge, nämlich das beſtändige Geſetz der Strahlenbrechung hat hergeleitet werden können.

Schon vor der Entdeckung des Geſetzes der Strahlenbrechung hat man durch Verſuche gefunden, daß die Größe der Brechung ſich nicht nach der Dichtigkeit des Mittels richte. Aus einer Tabelle, welche **Harriot** im Jahre 1606 **Keplern** [α]) zuſandte, und die Größe der Brechung von 13 verſchiedenen Mitteln enthielt, ergab ſich, daß die Oele weit ſtärker als die dichteren Salzauflöſungen das Licht brechen. Auch **Des-cartes** [β]) führt in einem im Jahre 1623 an Merſenne erlaſſenen Briefe dieſen Unterſchied an. Nachher ſind noch mehrere Verſuche von D. **Hook** [γ]), **de la Hire** [δ]) **Lowthorp** und dem jüngern **Caſſini** u. a. m. angeſtellet worden. Beſonders unterſuchte **Hawksbee** die Brechung verſchiedener Materien vermittelſt eines Prisma mit großer Sorgfalt, und

α) Epiſtolae keplerianae cum reſponſionibus, edit. *Mi. Gottl. Hanſchii.* Lipſ. 1718. fol. ep. CCXXIII. p. 376.

β) Epiſt. P. III. epiſt. XXXIII. p. 104.

γ) Experiments by *Derham* p. 501.

δ) Mémoir. de l'Acad. des ſc. 1693. p. 25.

und brachte ſeine Reſultate in eine Tabelle, welche **Prieſtley** *) mit beygefüget hat. Er fand die Brechung im Waſſer unter allen flüſſigen Materien am geringſten; es war nämlich das Brechungsverhältniß aus Luft ins Waſſer = 100000: 74853. Bey dieſen Verſuchen gebrauchte man auch den Nahmen **brechende Kraft**, womit man verſchiedene Bedeutungen verbunden hat. Durch einen im Jahre 1698 angeſtellten Verſuch, da ein Lichtſtrahl durch eine torricelliſche Leere gelaſſen ward, fand **Lowthorp**, daß die brechende Kraft der Luft und des Glaſes ſich wie 36 zu 34400 verhalte. Zugleich gibt er an, daß die brechenden Kräfte des Glaſes und des Waſſers ſich wie 55 zu 34, folglich die Quadrate der brechenden Kräfte ſehr nahe wie die ſpecifiſchen Schweren dieſer Materien verhalten. Es ſcheint hier das Verhältniß der Kräfte für das Verhältniß der Winkel genommen zu ſeyn, welche der einfallende und gebrochene Strahl bey dem Uebergange aus der brechenden Materie in Luft oder in den leeren Raum mit einander machen. Andere nehmen das Verhältniß der brechenden Kräfte dem umgekehrten Verhältniſſe der Sinus der Brechungswinkel gleich, und andere nehmen es noch in anderer Bedeutung. **Newton** β) betrachtet die brechende Kraft als eine ſolche, welche den Lichtſtrahl in der brechenden Materie gegen das Einfallsloth zu anzieht, und denſelben gleichförmig beſchleuniget, ſo wie ein Körper, welcher von einer gewiſſen Höhe frey herabfället, oder von einer ſchiefen Ebene gleitet, durch die Schwere gleichförmig beſchleuniget wird. Hieraus leitet er nun aus mechaniſchen Grundſätzen Folgendes her: Der auffallende Strahl (fig. 64.) kc mache mit der brechenden Fläche ab einen unendlich kleinen Winkel, ſo daß der Sinus des Einfallswinkels kci = 1 ſey. Durch die Brechung bekomme er gegen die brechende Fläche eine gewiſſe Neigung, und es ſey der gebrochene Winkel = fck; wäre alſo das Brechungsverhältniß = m:n, ſo hätte man m:n = 1: ſin. fck, folglich

*) Geſchichte der Optik d. Klügel S. 129.
β) Optice. L. II. P. 3. prop. 10. p. 230.

folglich ſin. fck $= \frac{n}{m}$, und das Quadrat davon $= \frac{n^2}{m^2}$; hieraus ergibt ſich ferner coſ. fck² oder ſin. fcd² $= 1 - \frac{n^2}{m^2} = \frac{m^2 - n^2}{m^2}$, und daher das Quadrat der Tangente $= \frac{m^2 - n^2}{m^2} : \frac{n^2}{m^2} = \frac{m^2 - n^2}{n^2}$. Die Bewegung des Strahls nach der Brechung zerfälle man in zwey, die eine cd parallel mit der brechenden Ebene, die andere df ſenkrecht auf dieſelbe; jene hatte den Strahl ſchon, ehe er aufſiel, die andere erhält er durch die brechende Kraft. Nun verhalten ſich gleichförmig beſchleunigende Kräfte, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten, welche ſie längs gleichen Räumen erzeugen, folglich wird ſich auch die brechende Kraft wie das Quadrat der Tangente von dcf verhalten. Man nahm z. B. das Brechungsverhältniß aus Luft in Glas = 3:2 und das aus Luft in Waſſer = 4:3, ſo ergibt ſich das Verhältniß der brechenden Kräfte des Glaſes und Waſſers $= \frac{9-4}{4}$ zu $\frac{16-9}{9}$ oder wie $\frac{5}{4} : \frac{7}{9} = 45:28$. Aus dieſen Sätzen ſcheint zu folgen, daß ſich die brechenden Kräfte beynahe wie die Dichtigkeiten der brechenden Materien verhalten. Dieſes ſuchte er aus Verſuchen an verſchiedenen Körpern zu beſtätigen, deren Reſultate folgende von ihm aufgezeichnete Tabelle enthält:

Brechende Körper	Brechungsverhältniß für gelbes Licht	Brechende Kraft v	Dichtigkeit d	$\frac{v}{d}$
Unechter Topas	23 : 14	1,699	4,27	0,3979
Luft	3815 : 3850	0,00052	0,00125	0,4160
Glas des Spiesglaſes	17 : 9	2,568	5,28	0,4864
Selenit	61 : 41	1,213	2,252	0,5386
Gemeines Glas	31 : 20	1,4025	2,58	0,5436
Bergcryſtall	25 : 16	1,445	2,65	0,5450
Isländiſcher Cryſtall	5 : 3	1,778	2,72	0,6536
Steinſalz	17 : 11	1,388	2,143	0,6477
Alaun	35 : 24	1,1267	1,714	0,6570
Borax	22 : 15	1,1511	1,714	0,6716
Salpeter	32 : 21	1,345	1,9	0,7079
Danziger Vitriol	303 : 200	1,295	1,715	0,7551
Vitriolöl	10 : 7	1,041	1,7	0,6124
Regenwaſſer	529 : 396	0,7845	1	0,7845
Arabiſches Gummi	31 : 21	1,179	1,375	0,8574
Rektificirter Weingeiſt	100 : 73	0,8765	0,866	1,0121
Kampher	3 : 2	1,25	0,996	1,2551
Baumöl	22 : 15	1,1511	0,913	1,2607
Leinöl	40 : 27	1,1948	0,932	1,2819
Terpentinöl	25 : 17	1,1626	0,874	1,3222
Agtſtein	14 : 9	1,42	1,04	1,3654
Diamant	100 : 41	4,949	3,4	1,4556

Aus dieſen Verſuchen glaubt Newton den Schluß machen zu können, daß ſich die brechenden Kräfte nahe wie die Dichtigkeiten der brechenden Materien verhalten. Allein man ſieht aus dieſer Tabelle offenbar, daß dieß in den wenigſten Fällen Statt findet, und in vielen beträchtliche Unterſchiede obwalten. Es ſcheint alſo keinesweges, wie ich kurz zuvor bemerket habe, hieraus zu folgen, daß die Lichtſtrahlen in einer brechenden Materie von größerer Dichtigkeit mit beſchleunigter Bewegung fortgehen, als welche Vorausſetzung bey der Berechnung angenommen iſt. Vielmehr bin ich der Meinung, daß man durch Anwendung der Mathematik hier gar nichts Beſtimmtes herausbringen könne, weil uns die Geſetze der Cohäſionskraft ganz unbekannt ſind, und die Erfahrung nichts Entſcheidendes von der Geſchwindigkeit des Lichtes in den brechenden Materien lehret.

Newton

Newton erdachte verſchiedene Methoden, die Brechungsverhältniſſe bey verſchiedenen, ſo wohl flüſſigen als feſten, brechenden Materien genauer zu meſſen. Seine erſte Methode war dieſe: er befeſtigte ein enges tiefes Gefäß (fig. 68.) c d, worein die flüſſige Materie zum Verſuche gebracht wurde, an einem viereckigen ziemlich langen Stück Holze a b, deſſen entgegengeſetzte Seiten vollkommen eben und parallel waren. An der einen Seite ſetzte er zwey viereckige Breter bey d und e ſenkrecht auf. Das enge Gefäß hatte unten im Boden bey d nebſt dem daſelbſt befindlichen Brete ein Loch, welches mit einem daran gekitteten Glaſe verſchloſſen war. Auf dem andern Brete bey b iſt ein Zeichen in e, ſo daß der durch die Mitte des Glaſes bey d durchgehende und dieſes Zeichen in e treffende Strahl mit der Seite des Stück Holzes a b parallel iſt. Auf der andern Seite dieſes viereckigen Stück Holzes iſt ein Quadrant mit dem Pendel f g angebracht, um dadurch den Neigungswinkel des Strahles zu finden. Verglich er nun dieſen Winkel mit der Höhe der Sonne, welche zu gleicher Zeit gemeſſen ward, ſo fand er daraus ſo wohl den Einfalls- als auch den Brechungswinkel. Die andere Methode, welche Newton angab, die Brechungsverhältniſſe zu meſſen, war ein dreyſeitiges Prisma. Wenn nämlich auf die Axe des Prisma die Sonnenſtrahlen ſenkrecht ſind, und die Strahlen aufwärts gebrochen werden, ſo wird das gefärbte Sonnenbild bey langſamer Umdrehung des Prisma um ſeine Axe erſt ſinken, und darauf ſteigen. Zwiſchen dem Steigen und Fallen, wenn das Bild wie unbeweglich iſt, befeſtige man das Prisma in der Lage, die es hat, ſo werden die Brechungen des Strahls beym Eingange und Ausgange auf beyden Seiten des Prisma gleich ſeyn. In dieſer Lage des Prisma iſt der Brechungswinkel bey dem Eingange des Strahls gleich der halben Summe des Erniedrigungswinkels und des brechenden Winkels des Prisma, welchen letztern man meſſen kann, wenn man zwey Lineale kreuzweiſe über einander auf einen glatten Tiſch leget, das Prisma mit dem brechenden Winkel zwiſchen ihre über den Tiſch hervorragenden

vorragende Theile bringt, und auf dem Tiſche zwey Linien an den Linealen hinziehet, deren Winkel dem brechenden Winkel des Prisma gleich iſt [α]).

Euler [β]) bediente ſich zweyer Glasmenisken, deren Zwiſchenraum er mit flüſſigen Materien, als Waſſer, Weingeiſt, Oel u. d. g. ausfüllte, um mittelſt ſelbiger die Brechungsverhältniſſe dieſer flüſſigen Materien zu unterſuchen. Aus ſeinen Verſuchen zog er eine Tabelle, woraus erhellet, daß das deſtillirte oder Regenwaſſer das Licht am ſchwächſten, das Terpentinöl dasſelbe aber am ſtärkſten bricht. Bey dem erſtern fand er das Brechungsverhältniß aus der Luft = 1,3358 : 1, und bey dem andern = 1,4822 : 1. Hierbey bemerket er noch, daß alle Arten von Salze in Waſſer aufgelöſet die Brechung vergrößern. Auch fand er, daß erhitztes Glas ſtärker, als kaltes, im Gegentheil erhitztes Waſſer weniger als kaltes das Licht brach. Euler vermuthet daher, daß die ſtärkere Brechung des Lichtes in einem erhitzten Glaſe von einer Veränderung der Brechungskraft des Glaſes ſelbſt herrühre, und daß dieſe durch die Wärme vermehret und durch die Kälte vermindert werde.

Der **Dûc de Chaulnes** [γ]), welcher mit den bisherigen Methoden, die Brechung des Lichtes im Glaſe zu beſtimmen, nicht zufrieden war, erdachte eine andere Methode. Er legte nämlich unter ebenen Glasplatten kleine Gegenſtände, und bemerkte durch ein zuſammengeſetztes Mikroſkop, welches ein Mikrometer hatte, die verſchiedenen Entfernungen, in welchen dieſe Gegenſtände deutlich zu ſehen waren, und verglich ſie mit der Dicke des Glaſes. Hiernach fand er das Brechungsverhältniß für Kronglas 1 : 0,665 und für Flintglas 1 : 0,628.

Aus dem allgemeinen Geſetze der Strahlenbrechung laſſen ſich nun alle diejenigen Sätze herleiten, welche bey der

Brechung

α) Prieſtley Geſchichte der Optik d. Klügel. S. 241.
β) Mémoire de l'Acad. de Berlin. 1762. p. 302.
γ) Mémoire de l'Academ. de Berlin 1767. p. 431.

Brechung der auf ebene und krumme brechende Flächen in verſchiedenen Lagen auffallenden Strahlen Statt finden. Was die Brechung der Lichtſtrahlen in ebenen Flächen betrifft, ſo ſind folgende Sätze zu bemerken:

1. Wenn verſchiedene Strahlen mit einander parallel auffallen, ſo ſind auch die gebrochenen Strahlen unter ſich parallel, ſie mögen entweder aus einer weniger brechenden Materie in eine ſtärker brechende oder umgekehrt aus einer ſtärker brechenden in eine weniger brechende übergehen.

2. Wenn Strahlen aus einander fahrend oder divergirend auffallen, ſo nähern ſie ſich bey der Brechung mehr oder divergiren weniger, wenn ſie in eine ſtärker brechende Materie übergehen; im Gegentheil fahren ſie noch mehr aus einander oder divergiren ſtärker, wenn ſie in eine weniger brechende Materie treten.

3. Wenn zuſammenfahrende Strahlen in eine ſtärker brechende Materie übergehen, ſo entfernen ſie ſich mehr oder convergiren weniger; treten ſie aber in eine weniger brechende Materie, ſo fahren ſie noch mehr zuſammen, oder convergiren ſtärker.

4. Wenn ein Lichtſtrahl aus einer brechenden Materie in eine andere, welche von zweyen parallellen Ebenen begrenzt iſt, tritt, und aus dieſer wieder in die vorige übergeht, ſo wird alsdann die Richtung nach der Brechung mit der vor der Brechung parallel. Daher kömmt es, daß Gegenſtände durch ebene Glasplatten betrachtet dem Auge in ihrer natürlichen Größe nur demſelben etwas näher gerückt erſcheinen.

5. Wenn ein Lichtſtrahl durch eine brechende Materie gehet, welche von parallelen Ebenen nicht begrenzt wird, z. B. durch ein gläſernes Prisma, ſo wird er nach der Brechung keine Lage erhalten, welche mit der vor der Brechung parallel geht.

6. Wenn ein Lichtſtrahl durch mehrere mit parallellen Ebenen einander berührende brechende Materien geht, ſo wird die Brechung derſelben in der letztern ſo groß ſeyn, als

wenn er unmittelbar aus der erſtern brechenden Materie in die letztere übergegangen wäre.

Es ſey (fig. 69.) g h i k eine von zwey parallellen Ebenen begrenzte Materie, welche ſtärker als die ſie umgebende Luft bricht, und es befinde ſich in ſelbiger irgend ein Körper e, ſo wird der von ihm ausfahrende Lichtſtrahl e b in der brechenden Ebene in die Lage b a gebrochen; ein Auge alſo, welches in a ſich befindet, und dieſen gebrochenen Strahl auffängt, wird den Körper e in der verlängerten Geſichtslinie a f in f ſehen, folglich wird der Körper e dem Auge höher zu liegen ſcheinen, als er wirklich iſt. Hieraus läßt es ſich erklären, daß ein kleiner Körper, welcher bey einer gewiſſen Stellung des Auges in einen Gefäße nicht geſehen werden kann, alsdann ſogleich ſichtbar wird, wenn man Waſſer in ſelbiges ſchüttet. Ueberhaupt laſſen ſich aus der Brechung des Lichtes beym Uebergange der einen Materie in eine andere verſchiedene Phänomene erklären. Es iſt hieraus der Grund herzuleiten, warum der Boden in einem Gefäße, worin Waſſer ſich befindet, höher zu liegen ſcheinet, als er in der Wirklichkeit iſt; warum uns ein Stock, welcher ſchief ins Waſſer getauchet wird, zerbrochen vorkömmt; warum die Fiſche näher an der Oberfläche des Waſſers zu ſeyn ſcheinen, als ſie wirklich ſind u. d. g. m.

Von der Brechung der Lichtſtrahlen in krummen Flächen wird vollſtändig unter dem Artikel **Linſengläſer** gehandelt werden.

In Abſicht der Brechung der Strahlen in der Erdatmosphäre iſt hier nur zu bemerken, daß ſie die Höhen aller Geſtirne vergrößert. Daher muß von einer jeden beobachteten ſcheinbaren Höhe zuerſt die ihr zugehörige Größe der Strahlenbrechung ſubtrahiret werden, um die wahre Höhe derſelben zu finden. Mehr hiervon im Artikel **Strahlenbrechung, aſtronomiſche.**

M. ſ. **Smiths** Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner.** *Montucla* hiſtoire des mathemat. T. II.

Brechungsebene (planum refractionis, plan de refraction) iſt diejenige ebene Fläche, in welcher der auf eine brechende Fläche einfallende Strahl, das Neigungsloth und der gebrochene Strahl liegt. M. ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen.**

Brechungsſinus (ſinus refractionis, ſinus de refraction) iſt der Sinus des gebrochenen Winkels in ein und der nämlichen brechenden Materie, welcher mit dem Sinus des Einfallswinkels in einem beſtändigen Verhältniſſe ſteht.

Brechungsverhältniß (ratio refractionis) iſt das Verhältniß des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des gebrochenen Winkels, welches in einerley brechenden Materie beſtändig iſt. Bey dem ſiebenfach farbigen Lichte müſſen die verſchiedenen Lichtſtrahlen, wenn die brechende Materie einerley bleibt, verſchiedene Brechungsverhältniſſe beſitzen. Wird der Sinus des Einfallswinkels bey den verſchieden gefärbten Strahlen = 1 geſetzet, ſo iſt der Sinus des gebrochenen Winkels, wenn das Licht aus einerley Glaſe in die Luft übergehet; in dem farbigen Lichte

- für die rothen Strahlen von der unterſten Grenze bis zur Grenze des orangegelben = 1,54 bis 1,5425.
- für die orangefarbenen Strahlen bis zur Grenze der hellgelben = 1,5425 bis 1,544.
- für die hellgelben Strahlen bis zur Grenze der grünen = 1,544 bis 1,54667.
- für die grünen Strahlen bis zur Grenze der hellblauen = 1,5466 bis 1,55.
- für die hellblauen Strahlen bis zur Grenze der dunkelblauen = 1,55 bis 1,55333.
- für die dunkelblauen Strahlen bis zur Grenze der violetten = 1,55333 bis 1,55555.
- für die violetten Strahlen bis zur oberſten Grenze derſelben = 1,55555 bis 1,56.

Brechungswinkel (angulus refractionis, angle de refraction) iſt der Winkel, welchen der gebrochene Strahl mit dem Einfallslothe macht.

Brechweinſtein ſ. **Spießglas.**

Breite, der Geſtirne (latitudo aſtrorum, latitude des aſtres) iſt ein Bogen eines größten Kreiſes durch die beyden Pole der Ekliptik, ſelbigen von dem Geſtirne, durch welches der Kreis gehet, bis zur Ekliptik gerechnet. Stellt nämlich vaw (fig. 70.) die Ekliptik, r und t ihre Pole und rſat ein größter Kreis durch dieſe beyden Pole vor, ſo heißt ſa oder die Entfernung des Geſtirnes ſ von der Ekliptik die **Breite** des Geſtirnes. Dieſe Breite iſt entweder **nördlich** oder **ſüdlich**, nachdem das Geſtirn ſeine Stelle in der Nord- oder Südſeite der Ekliptik hat. Am bequemſten läßt ſich die Breite der Geſtirne durch die Abweichung und gerade Aufſteigung finden. In dem ſphäriſchen Dreyecke ſpr iſt pr der Schiefe der Ekliptik gleich, pſ das Complement von ſb als der Abweichung des Sternes ſ zu 90 Graden, und der Winkel rpſ = 180° — ſpc, und der Winkel ſpc ergänzt ob als die gerade Aufſteigung des Sternes ſ zu 90°; folglich ſind in dem ſphäriſchen Dreyecke pſr außer den beyden Seiten ſp und pr auch der von dieſen eingeſchloſſene Winkel gegeben, und daraus läßt ſich die dritte Seite rſ als das Complement der Breite ſa des Sternes ſ zu 90 Graden finden.

Geſtirne, welche in der Ekliptik ſich befinden, haben gar keine Breite wie die Sonne, deren Mittelpunkt ſtets in der Ekliptik liegt. Die Planetenbahnen ſchneiden die Ekliptik beſtändig unter einem obgleich kleinen Winkel, daher haben auch die Planeten nur eine geringe Breite, ſie mögen entweder in der Nord- oder Südſeite der Ekliptik ſich befinden. Uebrigens kann die Breite der Geſtirne nicht über 90° ſeyn.

Die Breiten und die Längen der Geſtirne (ſ. **Länge der Geſtirne**) beſtimmen genau den Ort derſelben am Himmel. Und da es in der Aſtronomie vorzüglich darauf ankömmt, den ſcheinbaren Ort der Planeten zu jeder Zeit zu wiſſen, ſo hat man es auch beſtändig für ein Hauptgeſchäfte gehalten, die Breiten und Längen derjenigen Geſtirne, welchen die Planeten nahe kommen, und der Planeten ſelbſt genau

zu beſtimmen, und ſelbige in Verzeichniſſe und Tabellen einzutragen. Selbſt bey den übrigen Sternen iſt es dienlich, die Breiten und Längen derſelben zu wiſſen, und eben hieraus ſind **Fixſternverzeichniſſe** entſtanden, wovon der Artikel **Fixſternverzeichniſſe** mehreren Unterricht geben wird.

Auch ſind bey den Planeten beſonders die **heliocentriſchen** und **geocentriſchen** Breiten merkwürdig, wovon unter den Artikeln, **heliocentriſch** und **geocentriſch**.

Breite, geographiſche (latitudo geographica, latitude) iſt ein Bogen von dem Mittagskreiſe eines Ortes auf der Erdoberfläche, welcher zwiſchen dieſem Orte und dem Erdäquator liegt, folglich iſt ſie mit einem Worte die Entfernung des Ortes von dem Erdäquator. Die Breite iſt entweder **nördlich** oder **ſüdlich**, nachdem der Ort auf der Erde nordwärts oder ſüdwärts des Aequators liegt. Es folgt hieraus, daß alle Oerter, welche in einerley Parallelkreiſe (m. ſ. **Parallelkreis**) auf der Erde liegen, einerley Breite und gleiche Tageslänge haben müſſen. Wenn nämlich (fig. 71.) in der Scheitellinie ig auf der Erde ein Ort f liegt, und fhe ein mit dem Erdäquator mkn paralleller Kreis iſt, ſo müſſen alle Oerter in dieſem Parallelkreiſe fhe wie h einerley Breite mit f haben. Wenn in der erweiterten Ebene oxl oder in dem auf dem Orte f **reducirten Horizonte** ein Stern liegt, deſſen Entfernung von dem Mittelpunkte der Erde i ſo groß iſt, daß er keine merkliche Horizontalparallaxe, viel weniger eine merkliche Höhenparallaxe hat, ſo wird derſelbe, aus dem Orte f geſehen, von dem Zenith g ebenfalls um 90 Grade entfernt zu ſeyn ſcheinen. Es iſt folglich für den Ort der Beobachtung einerley, ob man den Stern aus f oder aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, mithin iſt es auch in Rückſicht des Sterns einerley, ob man ſich den Horizont durch den Ort f oder den auf f reducirten Horizont für den des Ortes f vorſtellet. Es mag alſo der Beobachter auf der Erde ſeinen Ort ändern wie er will, ſo werden dergleichen Sterne immer einerley Lage gegen einander behalten. Nach der

Erfahrung trifft dieſes bey den Fixſternen ein. Es iſt folglich die Polhöhe rl eines Ortes f auf der Erde mit dem Bogen rl zwiſchen dem Erdpol und dem auf den Ort f reducirten Horizont für den Ort f einerley. Dieſer Bogen iſt zugleich das Maß des Winkels fil, unter welchem die Erdaxe gegen die Ebene oxt geneigt iſt. Hieraus folgt ferner, daß die Polhöhe eines jeden Ortes auf der Erde jedesmahl mit ſeiner geographiſchen Breite gleich groß ſeyn müſſe. Denn es iſt lr + rf = 90° und fr + fm = 90°, mithin lr + rf = fr + fm und lr = fm. Alle Oerter folglich, welche in einerley Parallelkreiſe auf der Erde liegen, haben nicht nur gleich große Breiten, ſondern auch gleich große Polhöhen. Je näher die Oerter dem Aequator liegen, deſto kleiner werden die Breiten, alſo auch die Polhöhen, und diejenigen, welche im Aequator ſelbſt liegen, haben gar keine Breite, folglich auch keine Polhöhe, weil nun die Pole des Aequators im Horizonte liegen. Im Gegentheile je weiter ſich die Oerter auf der Erde von dem Erdäquator entfernen, deſto größer werden die Breiten oder die Polhöhen; jedoch kann die geographiſche Breite nie über 90 Grade wachſen.

Die geographiſchen Breiten und Längen (ſ. **Länge, geographiſche**) dienen, die Lage der Oerter gegen einander auf der Erde auf das genaueſte zu beſtimmen, und die ganze mathematiſche Geographie und die richtige Verzeichnung der Landcharten gründen ſich auf dieſe Beſtimmungen. Den Alten war von Oſten nach Weſten viel mehr von der Erde bekannt, als von Mittag nach Mitternacht, und es ſtellte der ihnen bekannte Theil der Erde eine Fläche vor, deren Länge von Weſten nach Oſten, die Breite von Süden nach Norden gienge; es bildete alſo dieſer Theil gleichſam ein Rechteck, und dem Vermuthen nach ſind hiervon die Nahmen der geographiſchen Breiten und Längen in der Geographie eingeführet worden, da bekannter Maßen in einem Rechteck die längere Seite die Länge und die ſchmälere die Breite genannt wird. Eine Abbildung der Erdfläche, ſo

weit ſie zu den Zeiten des Ptolemäus bekannt war, findet man auf einer Landcharte des Mechanikus **Agathodämon** in des Ptolemäus Geographie [α]). Die von den Alten beobachteten Breiten waren noch äußerſt mangelhaft; erſt in den neuern Zeiten, da man mehr Hülfsmittel kennen gelernt hat, die Polhöhen mit größerer Zuverläſſigkeit zu meſſen, hat man auch die geographiſchen Breiten beſtimmter gefunden, obgleich noch in den Angaben verſchiedener Verzeichniſſe der geographiſchen Breiten oft beträchtliche Unterſchiede wahrgenommen werden. Das vollſtändige Verzeichniß der geographiſchen Längen und Breiten trifft man in den berliner Sammlungen aſtronomiſcher Tafeln [β]). Was die geographiſchen Längen betrifft, ſo herrſcht dabey noch weit mehr Ungewißheit, als bey den geographiſchen Breiten, und es iſt daher noch weit gefehlt, daß wir die wahren Stellen der Oerter auf unſerer Erde kenneten. In Anſehung der Beſtimmung der Stellen iſt man am geſtirnten Himmel weit glücklicher geweſen, als mit den Oertern auf unſerer Erde, weil man dieſe nicht, wie jene, aus einem Orte auf einmahl überſehen kann.

Von den Mitteln, die geographiſche Breite oder die Polhöhe irgend eines Ortes auf der Erdfläche zu finden, in dem Artikel **Polhöhe**.

Breitenkreis (circulus latitudinis, cercle de latitude) iſt ein größter Kreis durch die beiden Pole der Ekliptik, welcher folglich auf der Ebene der Ekliptik ſenkrecht ſtehet. Geht dieſer Kreis durch einen Stern (fig. 70.) ſ, ſo iſt alsdann ſein Bogen ſa zwiſchen dem Stern und der Ekliptik die Breite des Sternes. M. ſ. **Breite des Geſtirnes.**

Brennbarer Geiſt ſ. **Weingeiſt.**

Brennbare

α) Γεωγραφικῆς ὑφηγήσεως ſ. geographicae enarrationis libri VII. graece Baſil. 1553. 4.; latine, interprete *Bilibaldo Pirkheimero* cum notis Jo. Regiomontani, Argentor. 1525. fol. maj. graece et latine cum notis, et tabulis geograph. opera *Gerhardi Mercatoris* et *Petri Pontani* Amſtel. 1605 et 1618. fol. maj. lat. cum comment. *I. A. Magini* et tab. geograph. Colon. 1597. 4.

β) Berlin 1776. 8. T. I. p. 43. ff.

Brennbare Materien, entzündliche, entzündbare Körper (corpora inflammabilia ſ. combuſtibilia, matières inflammables ou combuſtibles) ſind überhaupt der Zündung und Verbrennung fähige Subſtanzen in den drey Naturreichen. Wenn die vegetabiliſchen und thieriſchen Körper nach und nach bey einer gelinden Hitze zuerſt ausgetrocknet oder gedörrt, und alsdann einer Hitze, welche bis zum Glühen geht, ausgeſetzet werden, ſo brechen ſie an der freyen Luft in eine ſtarke Flamme aus, und verbrennen mit vielem Ruß. Man iſt im Stande, alle diejenigen Stoffe, welche die Flamme und den Ruß bilden helfen, durch eine trockene Deſtillation beſonders zu gewinnen, und man findet als die einzigen brennbaren Materien dieſer Körper die **empyrevmatiſchen Oele und Kohlen.**

Diejenigen entzündlichen Körper, welche zu dem Mineralreiche gehören, ſind vorzüglich die **Erdharze**, als **Bergnaphtha, Bergtheer, Erdpech, Steinöl, Steinkohle** u. ſ., das **Reißbley**, die **Kohlenblende** und der **Diamant** oder **Demant**, von welchen die Artikel **Erdharze, Reißbley, Kohlenblende** und **Diamant** nachzuſehen ſind. Auch rechnet man hierher den **Schwefel**, obgleich dieſer auch einen Beſtandtheil der Thiere und Pflanzen ausmacht. (M. ſ. **Schwefel.**) Auch können ſelbſt die Metalle zu den entzündbaren Körpern gerechnet werden.

Den Grund der Entzündung der brennbaren Materien ſuchen diejenigen, welche dem phlegiſtiſchen Syſteme zugethan ſind, in einem angenommenen hypothetiſchen Grundſtoffe der entzündbaren Körper, nämlich in dem **Phlogiſton** oder **Brennſtoff**. Im Gegentheile ſuchen die Antiphlogiſtiker den Grund der Entzündbarkeit in der Fähigkeit, den Sauerſtoff bey einem gewiſſen Grade der Temperatur anzuziehen, und dadurch das Sauerſtoffgas zu zerſetzen. M. ſ. die Artikel **Verbrennung, Brennſtoff.**

Brennbarer Stoff ſ. **Brennſtoff.**

Brennbare Luft ſ. **Gas, brennbares.**

Brennglas (vitrum cauſticum ſ. vſtorium, lens cauſtica, verre ardent) iſt ein erhaben geſchliffenes Linſenglas, in welchem die auffallenden Sonnenſtrahlen ſo gebrochen werden, daß ſie ſich in einem ſehr engen Raume hinter dem Glaſe vereinigen, und daſelbſt die heftigſte Wirkung des Feuers auf die Körper ausüben. Wenn alſo ein Linſenglas als Brennglas dienen ſoll, ſo muß das Bild der Sonne phyſiſch nicht aber geometriſch ſeyn. Daher können vermöge der Theorie keine andern Gläſer zu Brenngläſern gebraucht werden, als diejenigen, welche auf beiden Seiten erhaben, oder auf der einen Seite erhaben und auf der andern platt ſind, oder die Menisken, bey welchen letztern ſowohl die erhabene als auch die hohle Seite gegen die Sonne gerichtet werden kann. M. ſ. **Linſengläſer.**

Wenn die Brenngläſer die größte Wirkung im Brennraume zu Wege bringen ſollen, ſo müſſen die Sonnenſtrahlen auf ſelbige mit der Axe parallel auffallen. Man überzeugt ſich hiervon am ſicherſten, wenn das Sonnenbild im Brennraume vollkommen kreisrund iſt. Fängt man das durch ein Brennglas fallende Sonnenlicht mit einem andern Glaſe von kürzerer Brennweite ſo auf, daß die Axen beider Gläſer in Eins fallen und die Entfernung beider Gläſer kleiner iſt, als die dem vordern Glaſe zugehörige Vereinigungsweite, ſo werden dadurch die Strahlen noch mehr convergirend und in einem viel engern Brennraume vereiniget. Man nennt alsdann das andere Glas ein **Collectivglas.** Dadurch wird auch die Wirkung des Feuers im Brennraume vergrößert.

Man war ſonſt der Meinung, daß die Alten von den Brenngläſern gar nichts gewußt hätten, ob ihnen gleich die Brennſpiegel bekannt waren. Allein **de la Hire** *) hat aus einer Stelle des **Ariſtophanes**, im zweyten Aufzuge der Comödie, die Wolken genannt, im erſten Auftritte geſchloſſen, daß der Gebrauch der Brenngläſer bereits den Athenienſern bekannt geweſen ſey. Ein grober dummer Alter, Stepſiades,

*) Mémoire de l'Académ. de Paris 1708.

Stepſiades, ſagt nämlich dem Sokrates, wie er eine ſchöne Erfindung gemacht habe, daß er ſeine Schulden nicht bezahlen dürfe. Er fragt nämlich den Sokrates, ob er nicht den ſchönen durchſichtigen Stein geſehen habe, mit dem man Feuer anzünden könne? Sokrates erwiedert, er meine vielmehr Glas, als Stein. Dieſes Glas wolle Stepſiades nehmen, ſich damit in die Sonne ſetzen, und die ganze Schrift der Rechnung, welche man ihn zur Bezahlung brächte, von weitem hiermit wegſchmelzen. De la Hire ſagt, man ſehe wohl, daß von einer Schrift auf Wachstafeln die Rede ſey; das Glas, welches Feuer mache, ſey nicht hohl geweſen, indem es alsdann zum Gebrauch ſehr unbequem geweſen wäre, da im Gegentheil mit einem erhabenen Glaſe die Abſicht leichter zu erfüllen war. Der Scholiaſt des Ariſtophanes bemerket noch: es ſey die Rede von einem runden, dicken Glaſe, daß beſonders zu dieſem Gebrauche gemacht wäre, welches man mit Oel riebe, heiß machte, daran man eine Lunte hielte, und ſolchergeſtalt Feuer anzündete. Auch **Plinius** [α]) redet von gläſernen und cryſtallenen Kugeln, welche gegen die Sonne gehalten, Kleider und das Fleiſch brenneten, und **Lactantius**, in ſeinem Buche vom Zorne Gottes, erwähnet einer mit Waſſer angefüllten gläſernen Kugel, welche an die Sonne gehalten, auch in der größten Kälte Feuer anzündete. Nachdem am Ende des dreyzehnten Jahrhunderts die Brillen erfunden wurden, ſind auch die Brenngläſer bekannter worden, indem die optiſchen Schriftſteller zu dieſen Zeiten von ihnen redeten. Man hat ſie aber bis in das vorige Jahrhundert zu großen Wirkungen nicht gebraucht, ſondern ſich lieber hierzu der Brennſpiegel bedienet, vermuthlich, weil ſich ſo große Stücken Glas mit ungemein vieler Mühe und Beſchwerlichkeit zu Linſengläſern bearbeiten ließen. Erſt beynahe zu Ende des ſiebenzehnten Jahrhunderts ſuchte der Herr **von Tſchirnhauſen** [β]) mit einem großen Koſtenaufwande dieſe Beſchwerlichkeiten aus dem Wege zu räumen,

α) Hiſtor. naturalis L. XXXVI, 16. XXXVII, 2.

β) Acta eruditor. Lipſ. 1691. p. 517.

räumen, und legte eine Glasſchleifmühle zu großen Brenngläſern in der Oberlauſitz an. Er brachte auch wirklich verſchiedene große Brenngläſer zu Stande, welche noch bis jetzt die größten ſind, die von maſſivem Glaſe ſind geſchliffen worden. Die Wirkungen dieſer Brenngläſer hat er weitläuftig beſchrieben *). Das härteſte Holz, auch wenn es mit Waſſer angefeuchtet worden, ward in einem Augenblicke angezündet; Waſſer in kleinen Gefäßen ſiedete ſogleich; Metalle ſchmelzten, welche ihre gehörige Dicke hatten, ſobald ſie genugſam erhitzt worden; dünnes eiſernes Blech ward bald glühend und in kurzer Zeit durchlöchert; Ziegeln, Porzellan, Schieferſtein, Bimſtein, ſelbſt Asbeſt ward bald glühend und zuletzt gar in Glas verwandelt. Unter dem Waſſer ſchmelzte Schwefel und andere dergleichen Materien; kiefern Holz wurde unter dem Waſſer zur Kohle gebrannt, welches man am deutlichſten gewahr wurde, wenn man das Holz zerſchnitt. Alles ſchmelzte viel geſchwinder und verwandelte ſich viel leichter in Glas, wenn es in eine ausgehöhlte Kohle gelegt wurde; gemeine Aſche aus den Oefen oder auch die von Papier, Leinwand, Heu u. d. gl. ſchmelzte auf einer Kohle gleich zu Glas; ward kaltes Glas in den Brennraum gebracht, ſo zerſprang es in Stücke; ward es aber erſt nach und nach erwärmet, ſo ſchmelzte es im Brennraume; ſchwarze Körper wurden in dem Sonnenfeuer weit eher verändert, als andere, am allerlängſten aber die weißen als z. B. die Kreide, der Kalk u. ſ. f.; auf einer Porzellanen Platte verwandelten ſich alle Metalle in Glas, und das Gold bekam dabey eine ſchöne Purpurfarbe; der Salpeter löſte ſich in Dämpfe auf. Alle Körper, welche in den Brennraum gebracht werden, verändern ihre Farbe, die Metalle ausgenommen. Einige Körper, wenn ſie in Fluß gekommen ſind, werden durchſichtig und weiß; andere hingegen, welche im Fluſſe undurchſichtig waren, werden nach dem Erkalten durchſichtig. Uebrigens läßt ſich eine beträchtliche Menge einer Materie z. B. Gold, Silber u. ſ. f. in dem Brennpunkte ſchmelzen, wenn anfänglich

*) Acta erudit. Lipſ. 1697. p. 414 ſqq.

anfänglich wenig hineingebracht, nach und nach aber mehr hinzugethan wird. Auch laſſen ſich die Lichtſtrahlen des Mondes durch dieſe Gläſer concentriren; ſie geben aber nur Licht und keine Wärme.

Zu Anfange des 18ten Jahrhunderts ließ der Herzog von Orleans ein Brennglas von 3 Fuß im Durchmeſſer von dem Herrn von Tſchirnhauſen kommen, in der Abſicht, daß ſein Leibarzt **Homberg** *) Verſuche damit anſtellen ſollte. Aus dieſen Verſuchen erhellet es, daß Gold und Silber in dem Sonnenfeuer eben ſo gut in Dampf verwandelt wird, wie andere Metalle in dem gewöhnlichen Kohlenfeuer. Das Gold ſchmelzt im Brennraume gar bald, und verſchwindet mit der Zeit auf eine dreyfache Weiſe, nachdem die Grade der Hitze von einander verſchieden ſind. Bringt man das Gold gerade in den Brennpunkt, ſo fängt es in ſehr kurzer Zeit an in kleinen Körnchen, welche durchs Vergrößerungsglas betrachtet als kleine runde Goldbläschen erſcheinen, ſechs, ſieben auch acht Zoll weit um ſich her zu ſprühen; dabey wird die Fläche des Goldes ſehr merklich ſtachelig, wie die grüne Rinde einer Kaſtanie. Auf dieſe Weiſe verliert ſich alles Gold ohne einige Veränderung. Man kann dieſe kleinen Goldkörnchen auf einem Papiere auffangen, und ſie hernach alle wieder in eine einzige Maſſe Gold zuſammenſchmelzen. Wenn ferner das Gold ein wenig von dem Brennpunkte entfernt gebracht wird, ſo verwandelt es ſich nun in ein leichtes, zerbrechliches und dunkel durchſcheinendes Glas. Wird endlich das Gold von dem wahren Brennpunkte noch weiter entfernet, ſo geht es in Dampfgeſtalt über, jedoch mit langer Zeitdauer. Homberg iſt der Meinung, daß die vollkommenen Metalle aus Mercurius, metalliſchem Schwefel und einer irrdiſchen Materie zuſammengeſetzet wären, und hält den Mercurius immer für flüchtig, die beiden andern Stoffe aber für feuerbeſtändig; er ſcheint daher dieſen Dampf für den flüchtigen Mercurius gehalten zu haben; im Gegentheil

*) Mémoire de l'Académ. roy. des ſcienc. de Paris 1702.

theil glaubt **Macquer** *), es beſtehe dieſer Dampf aus ſehr feinen Goldtheilchen, weil eine kalte Silberplatte, die ihn auffieng, durch nachherige Politur die ſchönſte Vergoldung erhalten hatte. Alles dieß, was dem Golde in dem Brennraume begegnete, widerfuhr auch dem feinen Silber, nur mit dem Unterſchiede, daß das Silber weit mehr als das Gold dampfte, und weit geſchwinder in Rauch übergieng; außerdem ſprühet es bey geringer Hitze um ſich her und wird nicht auf eben dieſe Art zu Glas wie das Gold. Iſt das Silber vermittelſt des Bleyes geläutert worden, ſo raucht es ſehr ſtark; die Fläche wird ſtaubig wie beym Golde; allein der Staub ſchmelzt nicht in Glas, ſondern iſt weiß und leicht wie Mehl, und ſammlet ſich auf der Oberfläche des Silbers über eine halbe Linie dick, wobey 1 Quentchen Silber um 26 Grän leichter wird. Iſt das Silber mit Spießglas geläutert worden, ſo iſt der Rauch noch ſtärker, als bey jenem Silber, und der auf der Oberfläche geſammelte Staub, wird wie beym Golde Glas, breitet ſich aber über der ganzen Fläche aus, da es ſich beym Golde nur in einen Tropfen vereiniget, welcher auf der Mitte der Fläche des Goldes ſchwimmt. Dieß Glas des Silbers iſt flüchtig und geht mit dem Silber in Rauch auf. Nach **Macquers** Verſuchen ſchien das reine Silber den Wirkungen des Feuers im Brennpunkte beſtändig mehr zu widerſtehen, als das Gold. Der Unterſchied liegt vielleicht in der verſchiedenen Reinigkeit des Silbers und in andern zufälligen Umſtänden, welche eine veränderte Wirkung hervorzubringen im Stande ſind. Nachher ſind auch dergleichen Verſuche mit andern Metallen, als Eiſen, Bley, Kupfer, Zinn, Queckſilber u. ſ. w angeſtellet worden. Sie ergaben, daß alle theils in Dämpfe, in Kalk (Halbſäure) und theils in Glas verwandelt, auf Kohlen gelegt, aber im metalliſchen Zuſtande erhalten und die Metallkalke wieder hergeſtellet wurden.

Der

*) Chymiſches Wörterbuch durch Leonhardi, Theil I. Artikel Brennglas.

Der erſte, welcher es nach dem Hrn. von Tſchirnhauſen gewaget hat, große Brenngläſer aus maſſivem Glaſe zu ſchleifen, iſt **Hartſoecker** *). Dieſer führet an, daß er ein Brennglas zu Stande gebracht habe, welches 3 Schuh und 5 Zoll breit iſt, und von beyden Seiten in einer kupfernen Schaale geſchliffen worden, welche im Durchmeſſer 18 Fuß hat. Er habe das Glas auch in dieſer Schaale mit Trippel wie andere Gläſer poliret, und das ſchönſte und reinſte Glas dazu genommen. Das Collectivglas, das er damit verbunden, war ebenfalls auf beyden Seiten erhaben und in einer Schaale geſchliffen und poliret, welche im Durchmeſſer 4 Fuß hatte.

Im Jahre 1772 ſtellten die Herren **Briſſon**, **Macquer**, **Cadet** und **Lavoiſier** mit den beyden in Paris befindlichen Brenngläſern von dem Hrn. von Tſchirnhauſen Verſuche bis auf das Jahr 1774 an, ließen ſich alsdann auf Unkoſten des Stadtrathes **Trudaine** ein neues Brennglas durch Herrn **Bernieres** verfertigen, welches aus zwey Hohlgläſern beſtand, die an einander geſetzet einen linſenförmigen Raum leer ließen, welcher 4 Fuß im Durchmeſſer hatte, und in der Mitte 6 Zoll und 5 Linien dick war; außerdem waren die Gläſer ſelbſt noch 8 Linien dick, und ſo betrug die ganze Dicke durch die Mitte des leeren Raumes mit den beyden Hohlgläſern 7 Zoll und 9 Linien. Dieſes Brennglas war auf einem Fußgeſtelle befeſtiget, wo es leicht nach einer jeden Richtung hingewendet werden konnte, um es ſtets gegen die Sonne zu bringen. Anfänglich ward der leere linſenförmige Raum, welcher 140 pariſer Pinten hielt, mit Weingeiſt, nachher aber mit Terpentinöl angefüllt.

Wenn auf die ganze Fläche dieſer Glaslinſe die Sonnenſtrahlen auffielen, ſo fand man, daß die Wirkung des concentrirten Sonnenfeuers in demjenigen Punkte des Brennraumes am größten war, welcher von dem Mittelpunkt der Linſe 10 Fuß 10 Zoll und 1 Linie entfernet war. Bedeckte man hingegen den Rand dieſer Linſe mit Wachsleinwand, ſo daß

*) Recueil de pluſieurs pièces de phyſique p. 137.

daß die kreisrunde Oeffnung in der Mitte im Durchmeſſer 6 Zoll beſaß, ſo beobachtete man 10 Fuß 11 Zoll 5 Linien von dem Mittelpunkte der Linſe entfernet, einen wohl begrenzten Brennraum von 14¾ Linien Durchmeſſer. Wurde die Oeffnung vergrößert, ſo bemerkte man, daß der Brennraum der Linſe näher geruckt, die Grenze desſelben aber undeutlich war. Ließ man aber den Rand unbedeckt, und bedeckte die kreisrunde Mitte mit Wachsleinwand, ſo ruckte der Brennraum deſto näher gegen die Linſe zu, je weniger von dem äußern Rande offen gelaſſen wurde. Hatte der äußere offene Rand eine Breite von 6 bis 7 Linien, ſo war die Entfernung des Brennraumes von dem Mittelpunkte der Linie 10 Fuß 0 Zoll 6 Linien. Hieraus ergab ſich alſo, daß die nahe am Rande der Linſe auffallenden Sonnenſtrahlen hinter derſelben gerade um 10 Zoll 11 Linien früher zuſammen kamen, als diejenigen, welche nahe an der Axe auffielen. Auch zeigten die Verſuche, daß jene eine ſtärkere Hitze als dieſe verurſachten.

An dieſem Brennglaſe fand man die Wirkungen des concentrirten Sonnenlichtes im Brennraume weit heftiger als die bey dem Tſchirnhauſiſchen, welches die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris beſaß. In einer halben Minute ſchmolz man damit ohne Collectivglas kupferne Münzen, welche das Tſchirnhauſiſche in drey Minuten noch nicht fließend gebracht hatte. Verband man mit dieſem Brennglaſe ein Collectivglas von 8½ Zoll Durchmeſſer und 1 Fuß 10 Zoll 8 Linien Brennweite, ſo erhielt man dadurch einen Brennraum von 8 Linien im Durchmeſſer, welcher die heftigſten Wirkungen des Sonnenfeuers verurſachte. Brachte man Eiſen in dieſen Brennraum, ſo ſchmolz es den Augenblick, gab einen brennenden Rauch von ſich, und verwandelte ſich zuletzt in eine ſchwarze verglaſte Schlacke. Wenn man nach und nach immer mehr Eiſen in den Brennraum brachte, ſo war man vermögend, in wenigen Minuten eine ziemliche Quantität in Fluß zu bringen. Abgänge von geſchmiedetem Eiſen auf einer Kohle ſchwollen auf, und warfen Funken um ſich her; auch ſchmolz rohes Platinum auf einer Kohle in eine Maſſe, ohne

jedoch

jedoch tropfbar flüſſig zu werden; eben dieß widerfuhr auch dem gereinigten Platinum, welches dabey heftig dampfte, und am Umfange abnahm.

Die ganze Reihe von Verſuchen, welche mit dieſem Brennglaſe ſind angeſtellet worden, erzählen **Briſſon** *) und **Macquer** in ſeinem Wörterbuche unter den Artikeln, welche die Subſtanzen betreffen, die dem Brennraume ausgeſetzet worden. Beyde machen die Bemerkung, daß der gute Erfolg von dergleichen Verſuchen von verſchiedenen Umſtänden abhänge; vorzüglich komme es auf die Unterlagen, auf die Reinigkeit und auf die Temperatur der Luft an. So wirke z. B. die Sonne in der Kälte heftiger als in heißen Sommertagen. Bey dieſen Verſuchen glaubt **Macquer** Wirkungen von dem Stoße des Lichtes wahrgenommen zu haben, indem die in Fluß gekommenen Goldkügelchen in einer beſtändigen Kreisbewegung waren, die fremdartigen Theilchen hingegen, welche auf der Oberfläche derſelben ſich befanden, beſtändig unbewegt blieben und nach unten hin getrieben wurden; auch wenn Kohlengeſtübe oder anderes feines Pulver in den Brennraum gebracht wurde, ſo wurde es gleichſam wie von einem Winde hinweg getrieben.

Brennpunkt (focus, foyer) iſt eigentlich der Mittelpunkt des Sonnenbildes, welches durch die auf die Brennſpiegel oder Brenngläſer auffallenden Strahlen der Sonne verurſachet wird. Das Sonnenbild heißt auch der **Brennraum**, und kann ſelbſt für den Brennpunkt angenommen werden, wenn man ihn wegen ſeiner geringen Größe als einen Punkt betrachten kann. Würde aus dem Mittelpunkte der Sonne allein Licht auf das Glas fallen, ſo würde ſelbiges auch nur in einem einzigen Punkte als dem Brennpunkte ſich vereinigen, wenn keine Abweichung wegen der Kugelgeſtalt Statt fände; da aber von allen Punkten der Sonne Licht auf das Glas geſendet wird, ſo muß ſich auch dieſes nach der Brechung in den Brenngläſern oder nach der Zurückſtrahlung in den Brennſpie-

*) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1774.

Brennſpiegeln in eben ſo viele Punkte wieder vereinigen, und folglich ein Bild der Sonne oder den Brennraum zu wege bringen.

Es ſey (fig. 72.) eg die Axe des Brennglaſes ab, c der Mittelpunkt der Sonne, und ed der ſcheinbare Halbmeſſer desſelben, ſo wird von dem Punkte d der Hauptſtrahl dh durchs Brennglas ungebrochen durchgehen, und gh der Halbmeſſer des Brennraumes ſeyn. Nun hat man ec : ed = cg : gk, mithin $gk = \frac{ed}{ec}$. gc; ferner iſt ec : ed = 1 : tang. dce oder zur Tangente des ſcheinbaren Halbmeſſers der Sonne, und daher tang. $de = \frac{ed}{ec}$; daraus ergibt ſich gk = tang. de. gc = gh. tang. de, wenn die halbe Dicke des Glaſes ch in Vergleichung mit der Brennweite hg als unendlich klein angenommen werden kann. Setzt man alſo den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne de = ϱ, die Brennweite hg = f, und den Halbmeſſer des Brennraumes gk = x, ſo hat man x = f. tang. ϱ, d. h. man findet den Halbmeſſer des Brennraumes, wenn man die Brennweite mit der Tangente des ſcheinbaren Halbmeſſers der Sonne multipliciret. Nimmt man den ſcheinbaren Halbmeſſer der Sonne ϱ = 16 Minuten, folglich für den Halbmeſſer = 1 die Tangente von 16′ = 0,0046542, ſo iſt der Halbmeſſer des Brennraumes = 90046542. f. = $\frac{1}{215}$ f, d. h. die auffallenden Sonnenſtrahlen vereinigen ſich in einen kreisrunden Brennraum, deſſen Durchmeſſer ungefähr dem 108ten Theil der Brennweite gleich iſt. Wegen der Abweichung der Strahlen wegen der Kugelgeſtalt, die ſowohl bey den Brenngläſern, als auch bey den Brennſpiegeln Statt findet (m. ſ. **Abweichung, dioptriſche** und **katoptriſche**), wird dieſer Brennraum noch weit mehr ausgedehnet, und zugleich verurſachet, daß ſelbſt diejenigen Strahlen, welche aus einerley Punkt der Sonne auf das Glas auffallen, ſich nicht in einerley Punkt vereinigen können.

Aus

Aus den Geſetzen der Strahlenbrechung in linſenförmigen Gläſern und aus den der Reflexion der Strahlen in Spiegelflächen folgt, daß nur auf beyden Seiten erhabene, auf der einen Seite erhabene und auf der andern plane Linſengläſer und Menisken und die Hohlſpiegel einen wahren Brennpunkt (focus phyſicus) zu Wege bringen können; hingegen zerſtreuen Hohlgläſer und erhabene Spiegel die Sonnenſtrahlen ſo, als ob ſie aus einem Punkte vor der hohlen Glaslinſe und hinter dem erhabenen Spiegel ausgingen. Dieſe geben alſo bloß ein geometriſches Bild der Sonne, oder einen eingebildeten Brennraum, und daher auch bloß einen geometriſchen Brennpunkt (focus geometricus). Die auffallenden Strahlen der Sonne vereinigen ſich nie in dieſem Raume, ſondern ſie ſcheinen nur aus ſelbigem herzukommen, und nach dieſer Richtung fortzugehen.

In der höhern Geometrie werden den Kegelſchnitten, wegen der Wirkung der Lichtſtrahlen, welche ſich vermöge des Geſetzes der Reflexion genau in einem Punkte vereinigen, Brennpunkte beygeleget. Sie liegen in den Axen derſelben, und haben, nach Beweiſen der höhern Geometrie, die Eigenſchaft, daß Lichtſtrahlen aus dem einen Brennpunkte in den krummen Linien ſo reflektiret werden, daß ſie nach der Reflexion nach dem andern Brennpunkte hingehen. In der Parabel liegt der andere Brennpunkt von dem erſtern unendlich weit hinaus, d. h. die Lichtſtrahlen, welche mit der Axe der Parabel parallel auffallen, werden durch die Reflexion in eine ſolche Lage gebracht, daß ſie genau in einem Punkte ſich vereinigen. In der Ellipſe aber liegen die beyden Brennpunkte in der Hauptaxe, und diejenigen Strahlen, welche aus dem einen Brennpunkte in der Ellipſe ausgehen, vereinigen ſich genau in dem andern Brennpunkte *). Wenn daher Hohlſpiegel die auf ſelbigen auffallenden Sonnenſtrahlen durch die Reflexion in einerley Punkt bringen ſollen, ſo müſſen

*) Meine Anfangsgründe der höhern Geometrie. Jena 1796. 8. Cap. 1. §. 6. u. f.

ſie eine paraboliſche Krümmung beſitzen. M. ſ. Spiegel, paraboliſche.

M. ſ. meine Anfangsgründe der optiſchen und aſtronomiſchen Wiſſenſchaften. Jena 1794. 8. Dioptrik §. 26. 48. 49. 50 u. ſ.

Brennraum (focus, foyer) iſt das kreisrunde Sonnenbild, welches durch die Brechung der Sonnenſtrahlen im Brennglaſe oder durch die Reflexion derſelben im Brennſpiegel zu Stande gebracht wird. Dieſer Raum iſt ein wirklich körperlicher Raum, welcher mit der Sehne des Brennglaſes oder des Brennſpiegels durchſchnitten kreisförmige Ebenen gibt, die lauter Bilder der Sonne darſtellen, und welchen **krumme Linien, Brennlinien** (lineae cauſticae) begrenzen. Es ſind dieſe Brennlinien eigene krumme Linien, welche der Hr. **von Tſchirnhauſen** [α]) zuerſt entdecket hat, und deren Unterſuchung in die höhere Geometrie gehöret. Am meiſten haben ſich damit die beyden Gebrüder **Jakob** [β]) und **Johann Bernoulli** [γ]) beſchäftiget. In dem Brennraume gibt es allemahl Stellen, wo die Hitze am ſtärkſten iſt, indem ſich daſelbſt mehrere Lichtſtrahlen als an andern Stellen durchkreuzen. Durch Erfahrung findet man dieſe bald.

Wenn vorausgeſetzet werden kann, daß die Hitze im Brennraume der Dichte des Lichtes in demſelben proportional iſt, ſo kann man die Größe der Hitze im Brennraume finden. Nimmt man nämlich den Glanz der Sonne $= 1$, den ſcheinbaren Halbmeſſer derſelben $= \varrho$, und den Glanz der leuchtenden Fläche $= \mathfrak{l}$, ſo iſt die Erleuchtung der Fläche, womit das Sonnenlicht ſenkrecht aufgefangen wird, $= \mathfrak{l}.\ \sin.\ \varrho^2$ (ſ. **Licht**). Wird nun der ſcheinbare Halbmeſſer $\varrho = 16'\ 7''$ angenom-

α) Acta erudit. Lipſ. 1682. p. 364.

β) Die hierher gehörigen Aufſätze ſind: lineae cycloidales, euolutae, ant-euolutae, cauſticae, anti-cauſticae, peri-cauſticae, earum vſus et ſimplex relatio ad ſe inuicem in d. oper. T. I. n 49. p. 491. curuae dia-cauſticae, earum relatio ad euolutas in d. opp. T. I. n. 5?. p. 549. und mit der Aufſchrift, inuenire relationem inter euolutas et dia-cauſticas. opp. T. II. p. 1077.

γ) Solutio curuae cauſticae, per vulgarem geometriam carteſianam in den opp. T. I. p. 52. durch Differenzialrechnung in den lection. hoſpitalinis. 1691. 1692. lect. 26–32. und lect. 56–59. opp. T. III.

angenommen, ſo iſt die ſenkrechte Erleuchtung der Sonne $=$ 0,000022. ſ. Wird ferner die halbe Breite des Brennglaſes oder des Brennſpiegels $= \alpha$ und der Brennpunkt $=$ f geſetzet, ſo iſt die Erleuchtung des Brennraumes $= \frac{ſ.\ \alpha^2}{f^2}$ (ſ. Linſengläſer). Wäre z. B. $\alpha = \frac{1}{2}$ Fuß, $f = 4$ Fuß, alſo $\frac{\alpha}{f} = \frac{1}{8}$ und $\frac{\alpha^2}{f^2} = \frac{1}{64}$, folglich die Erleuchtung des Brennraumes $= \frac{1}{64}$ ſ. Demnach wäre ſie $\frac{1000000}{64 \times 22} = \frac{15625}{22}$ oder 710 Mahl größer als die ſenkrechte Erleuchtung der Sonne. Wenn mit dem Brennglaſe ein Collektivglas verbunden iſt, ſo ſetze man die Entfernung des Brennglaſes vom Collektivglaſe $= \beta$, und die Brennweite des Collektivglaſes $= \varphi$, ſo findet man die Erleuchtung des Brennraumes

$$= \frac{ſ\,(f - \beta + \varphi)^2\ \alpha^2}{\varphi^2\ f^2}$$ (ſ. Linſengläſer).

Soll dieſe Formel ihre richtige Anwendung finden, ſo muß ſie ſo groß genommen werden, daß das Collektivglas alles Licht auffangen kann, welches durchs Brennglas ſelbſt hindurchgehet. Es ſey die halbe Breite des Collektivglaſes $= \gamma$, und die Entfernung β gerade ſo groß, daß der Umfang des Collektivglaſes die Grenze des Raumes berühret, welchen alle auf den Brennraum zugehende Lichtkegel einnehmen: ſo iſt $f : \alpha = f - \beta : \gamma$, folglich $f\gamma = \alpha\,(f - \beta) = \alpha f - \alpha\beta$ und $\beta = \frac{f\,(\alpha - \gamma)}{\alpha}$. Hieraus ergibt ſich, daß β zwiſchen den Grenzen f und $\frac{\alpha - \gamma}{\alpha}$. f enthalten ſeyn müſſe. Setzt man, wie oben, $f = 4$ Fuß, $\alpha = \frac{1}{2}$ Fuß alſo $\frac{\alpha}{f} = \frac{1}{8}$; ferner $\varphi = \frac{1}{4}$ Fuß und $\gamma = \frac{1}{8}$ Fuß, ſo hat man $\frac{\alpha - \gamma}{\alpha} = \frac{3}{8} : \frac{1}{2} = \frac{6}{8} = \frac{3}{4}$, folglich muß β nicht kleiner als $\frac{3}{4}$ $f =$

3 Fuß ſeyn. Nimmt man $\beta = 3$ Fuß, ſo iſt $f - \beta + \varphi = 1\frac{1}{4}$ Fuß, $\frac{f - \beta + \varphi}{\varphi . f} = \frac{5}{4}$, und $\frac{(f - \beta + \varphi)^2}{\varphi^2 . f^2} = \frac{25}{16}$, folglich die Erleuchtung des Brennraumes $= \frac{25}{16} . \frac{1}{4} . ſ = \frac{25}{64} . ſ$. Ohne Collektivglas war die Erleuchtung $\frac{1}{64} . ſ$, mithin iſt ſie mit dem Collektivglaſe 25 Mahl größer.

M. ſ. **Smiths** Lehrbegriff der Optik durch **Käſtner** S. 217 u. f. **Karſten** Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften Band III. Greifsw. 1780. 8. Photom. §. 140.

Brennſpiegel (ſpeculum cauſticum ſ. vſtorium, miroire ardent) iſt ein Spiegel, welcher die auf ihn fallenden Sonnenſtrahlen nach der Reflexion in einen engen Raum, den Brennraum, zuſammenbringt, in welchem ſie auf Körper wie das heftigſte Feuer wirken. Nach dem Geſetze der Reflexion der Lichtſtrahlen vereinigen ſich diejenigen Strahlen, welche aus einem leuchtenden Punkte auf einen Hohlſpiegel mit der Axe deſſelben parallel auffallen, genau wieder in einem Punkte, wenn die Abweichung der Lichtſtrahlen wegen der Kugelgeſtalt bey Seite geſetzet wird. Weil aber die Sonne eine merkliche ſcheinbare Größe hat, ſo müſſen auch alle Punkte derſelben nach der Reflexion der von ihnen ausfließenden und auf hohle Spiegelflächen fallenden Strahlen eigene Bilder zu Stande bringen, und dieſem nach kann auch der enge Raum der in der hohlen Spiegelfläche reflektirten Strahlen als ein Bild der Sonne kein Punkt ſeyn. Paraboliſche Spiegel im Gegentheil vereinigen die mit der Axe derſelben parallel auffallenden Sonnenſtrahlen genau in dem Brennpunkte. Wenn der Brennſpiegel gehörig wirken ſoll, ſo muß ſeine Axe genau auf dem Mittelpunkt der Sonnenſcheibe ſenkrecht ſeyn. Hiervon wird man leicht dadurch überzeuget, wenn man das Bild der Sonne mit einer auf der Axe des Spiegels ſenkrechten Ebene im Brennraume auffängt, und ſelbiges vollkommen kreisrund erſcheinet. In dieſem Falle liegt der Brennraum zwiſchen dem Spiegel und der Sonne in gerader Linie. Dieſe Lage des Brennraumes iſt

iſt etwas unbequem, mittelſt der Brennſpiegel Verſuche anzuſtellen, und in dieſer Rückſicht ſind die Brenngläſer mit mehr Bequemlichkeit hierzu zu gebrauchen, obgleich die Brennſpiegel bey gleicher Krümmung und gleicher Fläche mit den Brenngläſern mehr als dieſe leiſten.

Ohne Zweifel ſind die Wirkungen der hohlen Brennſpiegel den Alten bekannt geweſen, indem derſelben bey dem **Euklides** in der ihm zugeſchriebenen Katoptrik im 31. Satze Erwähnung geſchiehet. Es iſt auch wahrſcheinlich, daß die Römer ihr heiliges Feuer durch reflektirende Strahlen in Hohlſpiegeln anzuzünden gewußt haben. Wenn man den alten Schriftſtellern Glauben beymeſſen kann, ſo hat **Archimedes** einen ſehr ernſthaften Gebrauch von den Brennſpiegeln gemacht, indem er mit ſelbigen die Flotte des Marcellus bey der Belagerung von Syrakus in Brand geſteckt haben ſoll. Bey denjenigen Schriftſtellern, als **Polybius, Plutarch** u. a. m., welche von dieſer Geſchichte und ſelbſt vieles dem Archimedes Betreffendes umſtändlich erzählen, findet man nicht, daß er den Römern die Schiffe mit Brennſpiegeln angezündet habe. Der einzige ältere Schriftſteller **Galenus** *) führt nur an, daß Archimedes die Schiffe der Römer durch Feuerkugeln oder dergleichen (διὰ τῶν πυρίων), aber nicht durch Spiegel angezündet habe. Erſt zwey Schriftſteller aus dem zweyten Jahrhunderte, **Zonaras** und **Tzetzes**, deren letzterer ſich auf eine Menge älterer Schriftſteller, als den **Dio, Diodorus, Hero** u. ſ. beruſet, erwähnen dieſer Anzündung mit Brennſpiegeln. Zum Unglück aber iſt gerade das von Dio und Diodorus, worauf ſich beruſen wird, verloren gegangen, und in den übrigen Schriften findet man nichts hiervon. Es iſt aber auch unmöglich, daß Archimed durch einen hohlen Brennſpiegel eine ſolche wichtige Sache hat ausführen können, da die Brennweite deſſelben viel zu kurz, und es nicht wohl abzuſehen iſt, wie durch eine gehörige Stellung dieſes Spiegels dieſe Unternehmung ins

*) De temperam. L. 3. c. 2.

Werk zu richten. Indeſſen glaubet **Porta** α), daß ſich Archimedes zweyer paraboliſcher Brennſpiegel dazu bedient habe, um die Strahlen, welche ſich in dem Brennpunkte des einen vereiniget hätten, mit dem andern aufzufangen, und ſie parallel und verdichtet auf eine ſehr große Entfernung fortzuſenden. Allein **Dechales** β) zeiget, daß es ganz unmöglich ſey, andere Strahlen unter einander parallel fortzuführen, als diejenigen, welche aus einem einzigen Punkte der Sonne herkommen, und dieſe möchten wohl für eine ſolche Wirkung viel zu ſchwach ſeyn. Deſſen ungeachtet hielten es **Kircher** γ) und ſein Schüler **Schott** nicht unwerth, dieſe Sache einer genauern Prüfung zu unterwerfen, beſonders da **Zonaras** einer ähnlichen Geſchichte vom Jahre 514 nach Chr. Ge. erwähnet, da die Flotte des Vitalianus vor Conſtantinopel vom Proklus durch Brennſpiegel angezündet worden ſeyn ſoll. **Kircher** ſtellte nämlich auf ein Gerüſte fünf ebene Spiegel von gleicher Größe in einer ſolchen Lage, daß ſie die Strahlen auf eine einzige Stelle warfen, welche über 100 Fuß entfernet war, und er brachte durch dieſe wenigen Spiegel eine ſolche Hitze hervor, daß er gar nicht zweifelte, mit mehreren ſolchen Planſpiegeln brennbare Materien in einer noch größeren Entfernung anzünden zu können. Nachdem er in Geſellſchaft mit Schott eine Reiſe nach Syrakus that, und den Ort der Begebenheit ſelbſt in Augenſchein nahm, ſo war er mit Schott der Meinung, daß die Flotte des Marcellus nicht über 30 Schritte vom Archimedes entfernet geweſen ſeyn könnte, und daß es daher gar wohl möglich geweſen ſey, ſie durch Planſpiegel anzuzünden. In der That ſcheint auch die Stelle des Tzetzes anzuzeigen, daß Archimedes mehrere kleinere viereckige Spiegel mit Charnieren zu dieſer Ausführung gebrauchet habe. Auch bemerket ſchon **Vitellio** δ), daß man mit 24 Planſpiegeln zünden könne, wie

α) Magia naturalis L. 17. c. 14. 15.

β) Curſ. mathem. Vol. 3. p. 722. Lugd. 1699.

γ) Ars magna lucis et vmbrae. Rom. 1646. f. p. 888. tab. XXXI.

δ) Optic. Lib. V. prop. 65.

wie Anthemius behaupte, deſſen Fragment Dupuy α) herausgegeben hat. In den neuern Zeiten kam auch der Graf de Büffon β), ohne von Kirchers Verſuchen was zu wiſſen, auf den Gedanken, mit Planſpielen in der Ferne zu zünden. Er verfertigte ſich im Jahre 1747 eine Maſchine, welche aus 168 ſoliirten Planſpiegeln, 6 Zoll hoch und 8 Zoll breit, beſtand, deren jeder für ſich allein beweget werden konnte. Bey dem erſten Verſuche zündete er mit 40 ſolchen Spiegeln in einer Entfernung von 66 Fuß ein getheertes büchenes Bret an; bey einem andern ward ein getheertes tannenes Bret in einer Entfernung von 150 Fuß mittelſt 128 Spiegeln faſt augenblicklich entzündet. Mit 45 Spiegeln ward in einer Entfernung von 20 Fuß eine große zinnerne Flaſche, und mit 117 Spiegeln kleine Stücke Geld geſchmolzen und eine Platte Eiſenblech glühend gemacht. Nachher hat er mit dieſen Spiegeln Holz auf 200 Fuß angezündet, Zinn auf 150 Fuß, Bley auf 130 und Silber auf 00 Fuß geſchmolzen, und zugleich die bequeme Einrichtung gemacht, daß mittelſt dieſer Spiegel auch von oben herab gezündet werden kann. Dieſe Verſuche beweiſen nun freylich hinlänglich, daß Archimedes mit ebenen Spiegeln das, was von ihm erzählet wird, hätte ausführen können; allein Hr. Käſtner γ) wirft hierbey folgende Fragen auf: ob Archimed gegen den Feind ſolche Anſtalten werde gemacht haben, die eine Wolke vereiteln konnte? ob er einen ſo plötzlichen Brand habe erregen können? oder ob die Römer nicht ſo klug geweſen ſind, als es zu brennen anfieng, von der gefährlichen Stelle wegzufahren? Dieſe und noch andere Erinnerungen macht Herr Joly de Maizeroy δ).

In dem 17ten Jahrhunderte hat man ſich vorzügliche Mühe gegeben, große ſphäriſche Brennſpiegel zu Stande zu bringen.

α) Fragment d'un ouvrage grec d'Anthemius, ſur les paradoxes de Mecanique etc. 1777. probl. II.

β) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1747. 1748.

γ) Anfangsgründe der angew. Mathematik. Catopt. §. 46.

δ) Traité ſur l'art des ſieges et les machines des anciens etc. Paris 1778.

bringen. Der größte, welcher vor der Mitte des 17ten Jahrhundertes verfertiget worden iſt, wird der von dem Prof. der Mathem. zu Bologna, **Maginus** [α]), ſeyn, der 20 Zoll breit war. Hierauf bearbeitete **Septala**, Canonicus zu Mayland, einen Brennſpiegel, welcher eine Breite von $3\frac{1}{2}$ Fuß und eine Brennweite von 15 Schritten hatte [β]). Um eben dieſe Zeit gelang es auch einem Künſtler zu Lyon, **Villette** [γ]), einen Brennſpiegel von vorzüglicher Güte zu Stande zu bringen. Die Breite desſelben betrug 30 Zoll, und die Brennweite 3 Fuß, ſo daß der Brennraum nicht größer, als ein damahliger halber Louisd'or war. Mit dieſem Spiegel war er im Stande, in wenigen Minuten die ſtrengflüſſigſten Metalle zu ſchmelzen, und ſelbſt Steine und Erden, welche ſonſt im gewöhnlichen Feuer keine Veränderung leiden, als Schmelztiegel, in eben ſo kurzer Zeit zu verglaſen. Dieſen Spiegel kaufte der König von Frankreich, Ludwig XIV. Einen andern von dieſem Künſtler verfertigten Brennſpiegel, 44 Zoll im Durchmeſſer, erhielt der Landgraf von Heſſen Caſſel, und einen bekam der König von Perſien durch Tavernier. Einen noch weit größern Brennſpiegel als die villettiſchen, verfertigte der Herr **von Tſchirnhauſen** [δ]). Der Durchmeſſer desſelben betrug 3 leipziger Ellen, und die Brennweite 2 Ellen. Er war aus einer kupfernen Platte geſchlagen, welche nicht vielmehr als zwey Meſſerrücken dicke war, und daher leicht von einem Orte zum andern gebracht werden konnte. Außerdem war er ungemein gut polirt. Dieſer Spiegel zündete in einem Augenblicke Holz mit einer ſo ſtarken Flamme, daß ſelbige ein Sturmwind nicht wohl auslöſchen konnte; er machte das Waſſer in weniger Zeit in einem irdenen Gefäße ſiedend, und verdunſtete es bald; drey Zoll dickes Zinn und Bley ſchmolz in dem Augenblicke und Eiſenblech bekam in kurzer

α) *Schott* magia naturalis p. 315.
β) *Kircher* ars magna lucis et vmbrae p. 883.
γ) *Liebknecht* diſp. de ſpeculis cauſticis aus *du Hamel* opp. phil. Tom. II. l. 2. c. 11. Philoſoph. transact. 1665. Journ. des ſavans 1666 Mars, 1679 Decemb.
δ) Acta eruditor. 1687. p. 52. 53.

Zeit ein Loch; ein ſächſiſcher harter Thaler iſt in 5 bis 6 Minuten durchlöchert worden; Steine, Ziegel und andere dergleichen Materien verglaſeten in kurzer Zeit. Auch hat der Herr von Tſchirnhauſen mit ſeinem Spiegel das Licht des Mondes aufgefangen, dabey aber nicht gefunden, daß es einige Wärme zeige.

Man hat ſo gar verſuchet, Brennſpiegel aus andern Materien, als Metall und Glas, Holz, Stroh, Pappe u. ſ. f. zu verfertigen. So hat ein geſchickter Künſtler zu Dresden, Nahmens **Gärtner**, Brennſpiegel aus Holz bearbeitet, welche den tſchirnhauſiſchen an Wirkung gleich gekommen ſeyn ſollen [α]). Wie Gärtner dieſen Spiegeln eine polirte Fläche gegeben habe, iſt nicht bekannt. Sonſt werden aber gewöhnlich hölzerne und pappene Spiegel mit einem Kreidengrunde überzogen und ſtark vergoldet, daß ſie einen hellen Glanz bekommen. Auch hat ein gewiſſer Ingenieur, Nahmens **Naumann**, nach der Erzählung **Zahns** [β]), Brennſpiegel von Pappe mit Stroh belegt, und Metalle damit geſchmolzen. Der Graf **de Büffon** [γ]) verfertigte aus kreisrund geſchnittenen ebenen Spiegelgläſern hohle Brennſpiegel, indem er nämlich jene an dem Rande befeſtigte, und vermittelſt einer Schraube denſelben in der Mitte einen ſtarken Druck gab, wodurch er die nöthige Krümmung zu Wege brachte. Auch Herr D. **Zeiher** [δ]) gab ſich viel Mühe, wohlfeile Brennſpiegel zu verfertigen; er ſetzte ein Inſtrument aus mehreren Hohlſpiegeln zuſammen, welche er aus ebenen Glasplatten bereitete, indem er ſie auf hohle metallene Schüſſeln legte, und ſie ſo heiß machte, daß dieſelben die Geſtalt der Schüſſeln annahmen.

Von Verfertigung der paraboliſchen Brennſpiegel unter dem Artikel **Spiegel, paraboliſche.**

α) Wolfs nützliche Verſuche Th. II. Halle 1747. S. 408. *Wolfii* elementa matheſeos vniuerſae, Tom. III. Halae 1753. 4. elem. catoptr. §. 221.

β) Oculus artificialis, fundam. 3. ſyntag. 3. cap. 10.

γ) Mémoire de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris an. 1754.

δ) Nov. commentat. Petrop. Vol. VII. p. 237.

M. ſ. Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel. S. 9. 99. 171. 533. *Montucla* hiſt. des mathematiques. T. I. p. 245 ſq. T. II. p. 610 ſq.

Brennſtoff, Brennbares, brennbares Weſen, brennbarer Stoff, Phlogiſton (principium inflammabile ſ. igneſcens, materia inflammabilis, phlogiſton; Phlogiſtique) iſt ein von den Chemikern angenommener Grundſtoff der verbrennlichen Körper. Es iſt eine gemeine bekannte Erfahrung, daß ſehr viele Körper beym Zutritt der Luft und bey einer gewiſſen Temperatur in eine Flamme ausbrechen, und dieſelbe aus ſich ſelbſt ſo lange zu unterhalten ſcheinen, bis ſie völlig zerſetzt ſind, und zuletzt ein verbrennlicher Theil nämlich, die ſogenannte Aſche, übrig bleibt. Im Gegentheil gibt es aber auch Körper, denen man von außen her einen ſolchen Grad von Hitze beybringen kann, daß ſie glühend werden; allein ſtatt in eine Flamme auszubrechen, und dieſelbe aus ſich ſelbſt zu unterhalten, hören ſie vielmehr nach und nach auf zu glühen und verlieren die Wärme, wenn ihnen die Wirkung des Feuers von außen entzogen wird. Dieß hat die Veranlaſſung der Eintheilung der Körper in **entzündliche, verbrennliche**, und **unentzündliche, unverbrennliche** gegeben. Man iſt daher beſtändig der Meinung geweſen, daß die verbrennlichen Körper einen Beſtandtheil beſitzen müßten, welcher nicht allein zur Entzündung, ſondern auch zur Unterhaltung der Flamme entzündbarer Körper diene; dahingegen bey den unverbrennlichen Körpern dieſer Beſtandtheil nicht anzutreffen wäre. Woraus aber dieſer Beſtandtheil beſtehe, und was er eigentlich ſey, darüber hat man verſchiedene Meinungen gehabt. Die älteſten Chemiker behaupteten nur, daß die Entzündbarkeit der Körper allein den in Körpern befindlichen Oelen oder Schwefel oder Geiſtern zu zuſchreiben ſey. **Becher** a) nahm zuerſt gegen das Ende des 17ten Jahrhundertes ein gewiſſes eigenes Weſen an, welches die Urſache der Fähigkeit

a) Phyſica ſubterranea Lipſ. 1703. 8. ſpecimen Becherianum, exh. *Geo. Ern. Stahl* Lipſ. 1703. 8.

keit zum Brennen in den verbrennlichen Körpern wäre. Er hielt es für elementariſch, und, wie alle ſeine Grundanfänge, für eine **fette Erde**, welche er die **entzündliche**, **fettige**, **ſchwefelige Erde** (terra ſecunda, inflammabilis, pinguis, ſulphurea) nannte. Sei Commentator, **Stahl** [α]), aber ſuchte den Begriff von Bechers Weſen näher zu beſtimmen, und war ſo zu ſagen der Schöpfer des **Brennſtoffs**, und nannte ſelbigen das erſte, eigentliche, gründliche brennliche Weſen. Er erkläret dieſen Stoff mit folgenden Worten: "materiam et principium ignis ego *phlogiſton* appellare coepi; nempe primum igneſcibile, inflammabile, directe atque eminenter ad calorem ſuſcipiendum habile principium; nempe ſi in mixto aliquo „cum aliis principiis concurrat." Er nahm demnach einen in den verbrennlichen Körpern enthaltenen Grundſtoff an, welcher die Urſache des Feuers ſey, und in deſſen Entweichung das Verbrennen beſtehe. Dieſer Hauptbegriff liegt bey allen Meinungen über dieſen Stoff zum Grunde, und iſt nur in der Folge, wegen neu entdeckter Thatſachen, bey dem Verbrennen der verbrennlichen Körper abgeändert worden. **Stahl** dachte ſich nach Bechers Grundſätzen den Brennſtoff in einer erdigen Form, und glaubte, daß es das Elementarfeuer gebunden enthielte, welches bey dem Verbrennen daraus frey werde, und daß es eine Schwere beſitze.

Verſchiedene Chemiker haben den Begriff für nichts weiter gehalten, als für das Feuer ſelbſt, welches nur in den verbrennlichen Körpern auf verſchiedene Art gebunden ſey, bey der Verbrennung aber frey werde. Dahin gehören **Pott** [β]), **Baumé** [γ]), **Weigel** [δ]), **Wallerius** [ε]) und andere.

α) Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem ſo genannten ſulphure. Halle 171x. experimenta, obſeruationes CCC. numero, chimicae et phyſicae. Berol. 1731. 8.

β) Chymiſche Unterſuchungen von der Lithogeognoſie. Berlin 1757 4. Th. I. S. 66. 70.

γ) Erläuterte Experimentalchymie aus d. Franz. Th. I. Leipz. 1775. S. 132 f.

δ) Grundriß der reinen und angewandten Chemie. Greifsw. 1777. 8.

ε) De materiali differentia luminis et ignis in diſp. acad. faſc. I. Holm. et Lipſ. 1780. 8. n. VIII.

andere. **Macquer** [α]) glaubt, der Brennſtoff ſey die Lichtmaterie ſelbſt, welche in den verbrennlichen Körpern in gebundenem Zuſtande ſich befinde und beſitze keine Schwere. Andere Chemiker hingegen unterſcheiden ausdrücklich den Brennſtoff von dem Feuer, wie **Boerhaave** [β]), **Johann Friedrich Meyer** [γ]) und andere, und letzterer behauptet ſogar, daß der Brennſtoff zuſammengeſetzt ſey aus Licht, einer fetten Säure, Waſſer und Erde. Nach den Entdekkungen der verſchiedenen Luftarten (m. ſ. **Gas**) hat man ganz andere Vorſtellungen von dem Verbrennen und von dem Brennſtoff erhalten. Man fand als eine ausgemachte Thatſache, daß beym Verbrennen der reine Theil der atmoſphäriſchen Luft als Bedingung vorausgeſetzet werden müſſe. Hierdurch ſind wieder verſchiedene Hypotheſen entſtanden, nach welchen der Akt des Verbrennens angepaßt und erkläret worden; aber eben daher ſind auch die Vorſtellungen über die Natur und Eigenſchaften des Phlogiſtons verſchiedentlich abgeändert worden. Alle dieſe verſchiedenen und mancherley Ideen über den Brennſtoff werden deſto anſchaulicher und einleuchtender dargeſtellt werden können, wenn zuvor die vermeinten Wirkungen des Brennſtoffs kürzlich werden angeführt worden ſeyn.

Soll der Brennſtoff einen weſentlichen Beſtandtheil der verbrennlichen Körper ausmachen, ſo müſſen dieſe Körper nothwendig eine Veränderung erleiden, wenn ihnen der Brennſtoff entzogen wird. Eben ſo werden ſich auch Körper unter einer veränderten Geſtalt zeigen müſſen, wenn man mit ihnen das Phlogiſton verbindet. Nach den Behauptungen der Chemiker wird den Körpern der Brennſtoff entzogen durch das Verbrennen in atmoſphäriſcher Luft und durch die Einwirkung anderer Körper, welche mit dem Brennſtoff näher verwandt ſind, wie z. B. bey Auflöſungen der Metalle in Säuren, welche letztere den Metallen das Phlogiſton

α) Chymiſches Wörterbuch: Artikel Brennbares.

β) Elementa chem. T. I. de igne.

γ) Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalkes. Hannov. u. Leipz. 1770. 8.

ſen entziehen, und ſie in Metallkalke verwandeln. Im Gegentheil wird der Brennſtoff mit den Körpern verbunden, wenn ſie mit andern, die viel Phlogiſton beſitzen, in Berührung kommen und mit dem Phlogiſton eine nähere Verwandtſchaft haben, wie z. B. bey der Reduktion der Metallkalke vermittelſt eines Fettes oder des Kohlenſtaubes u. d. gl. Durch die Verbindung der Körper mit dem Brennſtoffe ſollen ſie weder warm noch leuchtend, noch flüſſig werden, auch ſollen ſie mehr Geſchmeidigkeit, eine größere Schmelzbarkeit, eine geringere Feuerbeſtändigkeit u. d. gl. erhalten.

Beym Verbrennen der Körper in atmosphäriſcher Luft wird der Umfang und das abſolute Gewicht derſelben deſto geringer, je größer ihr reiner Antheil iſt. Beſonders merkwürdig dabey iſt es, daß diejenigen Körper, welche durch das Feuer nicht in Dampf oder Dunſt aufgelöſet werden, nach der Zerſetzung am Gewichte gerade ſo viel zugenommen haben, als die Luft abgenommen hat, wenn Sorge getragen worden iſt, daß während des Verbrennens nichts hat entwiſchen können. Wenn z. B. das Verbrennen des Phosphors in einem verſchloſſenen Gefäße gehörig von Statten gegangen iſt, ſo verzehret 1 Gran Phosphor 3 Cubikzolle atmosphäriſche Luft, und der Rückſtand des Phosphors, nämlich die weißen Blumen, wiegen 1½ Gran, welche einen ganz ſauern Geſchmack haben. Wenn ferner 100 Pfund Bley nach und nach verkalkt werden, ſo beträgt das Gewicht des daraus erhaltenen Bleykalkes 110 Pfund. Ueberhaupt nehmen alle Metallkalke am Gewichte zu; durch die Reduktion derſelben aber nehmen ſie am Gewichte gerade wieder ſo viel ab. Wenn daher bey Verwandlung der Metalle in Metallkalke jenen der Brennſtoff entzogen, bey der Reduktion aber derſelbe mit ihnen wieder verbunden wird, ſo ſcheint es, als ob der Brennſtoff ein ſolcher Stoff wäre, welcher das Gewicht durchs Entziehen vermehrte, durch die Verbindung aber verminderte. Hiervon mit mehreren unter dem Artikel **Chemie**.

Der Brennſtoff wird als ein Beſtandtheil von verſchiedenen Gasarten, der Säuren, der reguliniſchen Metalle, der thieriſchen und vegetabiliſchen Theile betrachtet; mit einem Worte, man nimmt ihn als einen Stoff an, der durch alle Reiche der Natur verbreitet iſt. Faſt alles, was in der Natur Merkwürdiges geſchieht, hängt von dem Brennſtoffe ab. Alle Naturprodukte, welche aus dem Schooße der Erde gegraben werden, als die Metalle, Edelſteine u. d. gl. haben ihre Eigenſchaften, als Geſchmeidigkeit, Dehnbarkeit, Glanz, Härte, Sprödigkeit, Farben u. ſ. f. dem Brennſtoffe zu verdanken, und beweiſen durch ihre Veränderungen im Feuer ſein Daſeyn. Auch iſt die Wirkung dieſes Stoffs auf die Pflanzen und deren Theile merkwürdig. Beym Glühen der Pflanzen in verſchloſſenen Gefäßen verbindet ſich der Brennſtoff ihrer Oele und Fettigkeiten mit den erdigen Theilen zu einer Kohle, welche beym Zutritt der atmosphäriſchen Luft die ſtärkſte Hitze ohne Veränderung aushalten kann. Der angenehme und erquickende, ſo wie auch der unangenehme und widrige Geſchmack ſo vieler Früchte, mit welchen die gütige Natur uns beſchenkt, rührt von dem Phlogiſton her. Die lieblichen und erfriſchenden Gerüche und die verſchiedenen Farben der Blumen haben ihren Urſprung dieſem Stoffe zu verdanken. Auch iſt der Brennſtoff als ein Beſtandtheil der Nahrungsmittel der Thiere zu betrachten. Er theilet dadurch dem thieriſchen Körper in den feſten und flüſſigen Theilen Wärme mit, und geht alsdann durch die Lunge, durch die Haut und durch andere natürliche Wege wieder weg, und vermiſcht ſich mit der Luft.

Wegen der großen Elaſticität, welche man dem Brennſtoffe zuſchreibet, dehnt er ſich in unterirdiſchen Höhlen aus, und verurſachet Erdbeben und ſpeyende Feuerflammen der Berge.

Kurz, dieſer Grundſtoff ſoll bey den entzündlichen Körpern in ihrer Miſchung enthalten ſeyn, und ſein Daſeyn gebe erſt den Körpern die Eigenſchaft, daß ſie entzündet werden können.

könne. Wäre den Körpern der Brennſtoff entzogen, ſo könnten ſie auch ſo lange nicht entzündet werden, bis ſie dieſen Grundſtoff auf irgend eine Weiſe wieder erhalten hätten.

Da man dieſen Grundſtoff bloß hypothetiſch angenommen und nie abgeſondert für ſich hat darſtellen können, ſo kam **Lavoiſier** *) auf den Gedanken, daß vielleicht alle die Erſcheinungen, welche man bisher durch Wirkung des Brennſtoffs erkläret hatte, auf eine andere der Natur mehr angemeſſene Art erkläret werden könnten, ohne hierzu einen Brennſtoff nöthig zu haben. Seine vielfältig angeſtellten Verſuche über die Gewichtszunahme der Metallkalke in dephlogiſtiſirter Luft beſtimmten ihn wirklich, das ſtahliſche Phlogiſton als ein Unding zu betrachten, und alle Erſcheinungen allein aus der Zerſetzung der dephlogiſtiſirten Luft zu erklären. Hieraus iſt das jetzt ſo berühmte und von den größten Chemikern in der Hauptſache angenommene **antiphlogiſtiſche Syſtem** entſtanden, welches **Lavoiſier** ſeit 1777 vorgetragen und vertheidiget hat. Nach dieſem Syſteme fällt der Brennſtoff gänzlich weg und der Akt des Verbrennens der verbrennlichen Körper wird allein aus der Zerſetzung der dephlogiſtiſirten Luft in ihre beiden Beſtandtheile, den **Wärmeſtoff** und den **ſauermachenden Stoff, Sauerſtoff** (principium oxygenium) hergeleitet. Beym Verbrennen der Körper verbindet ſich hiernach der Sauerſtoff mit dieſem, und der Wärmeſtoff wird frey, daher Feuer, da hierbey nach ſtahliſchen Begriffen Entweichung des Brennſtoffs Statt findet. Alles Verbrennen beſteht demnach nach dieſem Syſteme in einer Säuerung der verbrennlichen Körper, und es bildet daher der Sauerſtoff mit dem Rückſtande der zerſetzten

*) Mémoire ſur la combuſtion en général etc. in den mém. de l'Ac. roy. des ſcienc. de Paris an. 1777. p. 592.; deutſch in Crells neueſt. Entdeckungen in der Chemie, Th. V. S. 188. traité élémentaire de chimie, préſentée dans un ordre nouveau et d'aprês decouvertes modernes à Paris 1789. II. Vol. 8. Des Herrn Lavoiſier Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie, aus d. Franz. von Dr. S. F. Hermbſtädt. Berlin u. Stettin 1792. II Bände gr. 8.

ſetzten Körper ganz neue Zuſammenſetzungen, als z. B mit den Metallen, metalliſche Kalke; mit dem Schwefel, Schwefelſäure; mit dem Phosphor, Phosphorſäure u. ſ. f. Die Reduktionen hingegen geſchehen durch die Befreyung des Sauerſtoffs, da ſie nach ſtahliſchen Begriffen durch Verbindung des Brennſtoffs erfolgen. Hieraus erkläret ſich nun ſehr leicht und einfach die Gewichts-Zunahme der metalliſchen Kalke, der Phosphorſäure, Schwefelſäure u. ſ. f. wegen des Hinzukommens des Sauerſtoffs. Dieſes antiphlogiſtiſche Syſtem fand in Frankreich, wo ſchon **Büffon** [α]) das Phlogiſton als ein bloßes Weſen der Syſteme annahm, ungemeinen Beyfall. Die Engländer ſetzten demſelben wichtige Zweifel entgegen, und nahmen das Phlogiſton in Schutz; die Deutſchen betrachteten es anfänglich mit einer gewiſſen Verachtung und Geringſchätzung, bis man doch nach und nach auf einige Verſuche aufmerkſam wurde, welche ſich nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme einfacher und beſſer erklären ließen, als nach dem phlogiſtiſchen; bey alle dem aber vertheidigten doch die mehrſten das Phlogiſton mit erheblichen Gründen. Jedoch verurſachte dieſes Syſtem, daß man ſich ganz andere Vorſtellungen vom Brennſtoffe machte.

Scheele [β]), welcher genaue Verſuche über die dephlogiſtiſirte Luft angeſtellet hat, nahm den Brennſtoff für ein ganz einfaches elementariſches Weſen an. Iſt dieſer Grundſtoff mit der dephlogiſtiſirten Luft verbunden, ſo entſteht nach ihm eine umherſtrahlende Hitze. Er ſtützet dieſe ſeine Behauptung auf Verſuche, die eigentlich nichts weiter zeigen, als daß die Luft durch die Verbrennung deſto mehr vermindert werde, je mehr ſie reine Luft enthält.

Crawford [γ]) nimmt in ſeiner Theorie der Wärme und des Feuers an, daß das Phlogiſton ein Stoff ſey, welcher der

α) Supplem. de l'hiſtoire naturelle T. II. p. 61. edit. in 12mo.

β) Chemiſche Abhandlung von Luft und Feuer, 2te Ausgabe von Joh. Gottfr Leonhardi. Leipz 1782. 8.

γ) Experiments and obſervations on animal Heat and the inflammation of combuſtible bodies. Lond. 1788 8. Adair Crawford's

der Wärmematerie entgegengeſetzet iſt. Durch die Gegenwart deſſelben in den Körpern werde die Fähigkeit derſelben, Wärmeſtoff zu binden, vermindert, durchs Entziehen deſſelben aber dieſe Fähigkeit vermehret. Zugleich nimmt er in der dephlogiſtiſirten Luft eine Menge gebundenen Wärmeſtoffs, und eine ſtarke Anziehung gegen den Brennſtoff an. Wenn nun der Brennſtoff des verbrennlichen Körpers auf irgend eine Weiſe frey gemacht wird und mit der atmosphäriſchen Luft in Berührung kömmt, ſo zieht ihn der reinere Theil derſelben an, und vereiniget ſich damit zu einer Materie, von welcher ſich oft ein beträchtlicher Theil mit dem Rückſtande des verbrennlichen Körpers verbindet und die Gewichtszunahme deſſelben verurſachet; dabey läßt die Luft eine beträchtliche Menge von gebundenem Wärmeſtoff fahren, welcher theils zur Unterhaltung der Hitze in den Körpern überſtrömet, theils aber auch zur Bildung der Flamme verwendet wird. Dieſe Theorie betrachtet alſo das Phlogiſton als einen elementariſchen Grundſtoff, welcher zwar die Urſache des Feuers in ſich ſelbſt nicht hat, aber doch durch die Verbindung mit der Luft dasſelbe daraus entbindet, und in dieſer Rückſicht kann auch dieſer Stoff als ein entzündbarmachendes Princip betrachtet werden. Die Einwendungen, welche man gegen die Theorie des **Crawford's** gemacht hat, findet man unter den Artikeln **Feuer**, **Verbrennung** und **Wärme**. Nach dieſer Theorie läßt ſich auch die Reduktion der Metallkalke erklären: es kann ſich nämlich derjenige Theil, welcher in dem durchs Feuer zerſetzten Körper die Gewichtszunahme verurſachte, durch die Hitze wieder zerſetzen, und das Phlogiſton zur Reduktion verwendet werden.

Eine andere Vorſtellung vom Phlogiſton macht ſich **Kirwan** *), welcher ſonſt der Theorie des **Crawford's** in

ford's Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündung brennbarer Körper, mit W. Morgans Erinnerungen wider die Theorie des H. Cr. Leipz. 1785. 8.

*) Verſuche und Beobachtungen über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiſtons, a. d. Engl. von Crell. Berlin und Stettin 1783. 8. 2tes Stück 1785. 8.

in allem folget: er nimmt an, das Phlogiſton ſey die reine brennbare Luft ſelbſt, und behauptet, es verbinde ſich mit der dephlogiſtiſirten Luft zur Luftſäure. Allein das erſtere, daß das Phlogiſton die brennbare Luft ſelbſt ſey, ſtimmt mit Crawford's Theorie nicht überein; denn nach dieſer ſoll die Gegenwart des Phlogiſton den Wärmeſtoff nicht binden, ſondern vielmehr vertreiben; demnach kann auch das Phlogiſton in der Geſtalt einer Luftart, als welche ja Wärmeſtoff gebunden enthält, nicht erſcheinen. Das andere, daß ſich das Phlogiſton mit der dephlogiſtiſirten Luft zur Luftſäure verbinde, iſt nicht allgemein wahr, weil bey vielen Verbrennungen, wobey der Rückſtand des zerſetzten Körpers am Gewicht ſtark vermehret wird, gar keine Luftſäure erzeuget wird, wie z. B. bey dem Phosphor.

Gren hat den Begriff vom Phlogiſton verſchiedentlich abgeändert. Zuerſt hielt er den Brennſtoff für eine gebundene Materie der Wärme und des Lichtes zugleich, oder für gebundenes Feuer, vorzüglich aus dem Grunde, weil man bey jeder Verbrennung der verbrennlichen Körper Wärme fühle und Licht ſehe *). Wenn der Brennſtoff durch Erhitzung oder durch andere Mittel frey gemacht wird, ſo zeigt er ſich alsdann mit Wärme und Licht, wird von der dephlogiſtiſirten Luft angezogen, und wieder als Phlogiſton gebunden, wodurch die Luft ſelbſt phlogiſtiſiret wird. Ohne reine Luft findet gar keine Trennung des Brennſtoffs Statt, weil kein Auflöſungsmittel für denſelben vorhanden iſt. Wenn in einem Körper der Brennſtoff ſo loſe gebunden, daß keine äußere Hitze nöthig iſt, damit die reine Luft es frey mache, ſo geht dasſelbe unzerſetzt, oder ohne Feuer zu bilden, an die Luft über, oder phlogiſtiſiret ſie, wie z. B. das Roſten der Metalle an der Luft. Um aber die Gewichtszunahme des Rückſtandes und die Verminderung des Gewichtes und des Umfanges der dephlogiſtiſirten Luft zu erklären, nahm er mit **de Morveau**, **Black** und **Marggraf** das Phlogiſton als eine Materie

an,

*) Syſtemat. Handbuch der geſammten Chemie I. Th. Halle 1787. gr. 8. Grundriß der Naturlehre. Halle 1788. gr. 8. §. 749 u. f.

an, welche eine **negative Schwere** beſitze, d. h. welche durchs Hinzukommen das Gewicht der Körper vermindert. Herr **Gren** ſagt, was es außer allem Zweifel ſetzt, daß der Wärmeſtoff durch ſeine Verbindung mit dem ſchweren Stoffe das Gewicht desſelben vermindern kann, iſt die Erfahrung, daß bey gleichem Volumen und gleicher Temperatur des Ganzen das Gewicht abnimmt, wenn freyer Wärmeſtoff latent wird, und zunimmt, wenn der latende Wärmeſtoff wieder geſchieden wird. Dieß ſoll **Fordyce** [α]) beym Gefrieren des Waſſers in einem verſchloſſenen Gefäße, und beym Aufthauen desſelben, und **Eimbke** [β]) bey dem Löſchen des Kalkes in verſchloſſenen Gefäßen, beym Abwägen vor und nach dem Löſchen des Kalkes in einerley Temperatur gefunden haben. Allein dergleichen Abwägungen ſind viel zu ungewiß, um hieraus den Schluß zu ziehen, daß der Wärmeſtoff, mithin auch das Phlogiſton, negativ ſchwer wäre. Denn vermöge hydroſtatiſcher Geſetze kann das kalte Gefäß deßwegen mehr wiegen, weil es durch den von der Kälte bewirkten geringern Umfang weniger Luft aus der Stelle treibt, oder auch deßwegen, weil ſich von außen Feuchtigkeit angehängt hat. Auch die Verminderung des Umfanges der Luft beym Phlogiſtiſiren wird aus der Verminderung ihres Gewichtes allein nicht begreiflich. Denn bekannter Maßen verhalten ſich bey unveränderter Maſſe die Volumina der elaſtiſchen Flüſſigkeiten, wie die ſpecifiſchen Elaſticitäten. Es kann alſo Verminderung des Volumens nur auf zweyerley Weiſe erfolgen, nämlich entweder durch Verminderung der Maſſe oder durch Verminderung der ſpecifiſchen Elaſticität. Allein Herr **Gren** nimmt keine Verminderung der Luftmaſſe beym Phlogiſtiſiren an; es müßte alſo nach dieſer ſeiner Theorie das Phlogiſton nicht allein die Eigenſchaft beſitzen, die Luftmaſſe leichter zu machen, ſondern auch die Elaſticität derſelben

α) Ueber den Verſuch des Gewichts, welchen die geſchmolzenen oder erhitzten Körper erleiden; in Lichtenb. Magazin für das Neu. aus der Phyſ. u. Naturg. B. IV. St. 4. S. 49. ff.

β) Einige Verſuche über den Wärmeſtoff in Grens Journal der Phyſik B. VII. S. 31.

ben zu vermindern. Dieſe ſeine Meinung von der negativen Schwere des Brennſtoffs hat jedoch Hr. **Gren** ſchon in der zweyten Ausgabe ſeines Grundriſſes der Naturlehre aufgegeben, und den Lichtſtoff und Wärmeſtoff, aus deren Zuſammenſetzung das Phlogiſton beſtehet, als **inponderable elaſtiſche Flüſſigkeiten** betrachtet. Um nun aber die Gewichtszunahme der zerſetzten Körper und die Gewichtsabnahme der Luft begreiflich zu machen, nimmt er an, daß beyde Stoffe, der Licht- und Wärmeſtoff, urſprüngliche Expanſivkraft beſitzen. So wie nun, ſagt er, in einem urſprünglich expanſiven Stoffe, wie Licht- und Wärmematerie ſind, durch die chemiſche Vereinigung desſelben mit einem nicht expanſiven, alle ſeine Expanſivkraft gewiſſer Maßen ruhend und unthätig gemacht, oder aufgehoben werden kann; eben ſo kann auch hinwiederum in den ſchweren Beſtandtheilen, mit denen dieſe nicht ſchweren Flüſſigkeiten in Zuſammenſetzung treten, die Schwerkraft derſelben ganz ruhend und gewiſſer Maßen aufgehoben werden, ſo daß das aus beyden zuſammengeſetzte Produkt, außer der Cohäſionskraft, keiner andern Grundkraft folgt, und in ſo fern bloß als träge anzuſehen iſt. Da nun in denjenigen Theilen des verbrennlichen Körpers, welche das Feuer gebunden enthielten, die Schwerkraft derſelben aufgehoben war, ſo muß nach Abſcheidung des Brennſtoffs der dephlogiſtiſirte Rückſtand mehr wiegen, als er vor dem Verbrennen wog. Die Luft, welche mit mehrerem Brennſtoff beladen endlich zum Stickgas wird, muß dadurch eben ſo in ihrem Gewichte vermindert werden, als der dephlogiſtiſirte Rückſtand daran zugenommen hat. Wird nun das Gewicht der eingeſchloſſenen Luft vermindert, ohne daß ihre Elaſticität vermehret wird, ſo iſt es alsdann eben ſo gut, als ob ein Theil der Luft weggenommen worden wäre, und der Druck der äußern Luft muß ſie natürlich in den kleinern Raum bringen. Allein auch dieſe Erklärung iſt nicht befriedigend. Wenn man auch zugeben muß, daß Licht- und Wärmeſtoff urſprüngliche Expanſivkraft beſitzen, ſo iſt es doch nicht begreiflich, wie durch eine chemiſche Verbindung

bindung des Brennſtoffes mit andern Körpern die Schwere dieſer Körper durch die Expanſivkraft des erſtern ruhend gemacht oder aufgehoben werden könne, da keine einzige Erfahrung nur auf irgend eine Art dieſes beweiſet; denn die Erfahrungen des Herrn **Fordyce** und des Herrn **Eimbke** ſind ganz unſicher. Auch hängt, wie bereits erinnert worden, die Verminderung des Umfanges der Luft keines Weges von der Gewichtsabnahme derſelben ab.

Bey den heftigſten Streitigkeiten, welche die Phlogiſtiker mit den Antiphlogiſtikern hatten, wagten es doch die beyden Herrn, **Girtanner** und **Hermbſtädt**, das antiphlogiſtiſche Syſtem auf deutſchen Boden zu bringen. Herr **Girtanner** α) führt verſchiedene Gründe an, womit die Exiſtenz des Brennſtoffs beſtritten worden iſt. Viele betreffen bloß **Kirwans** Behauptung, daß die brennbare Luft ſelbſt das Phlogiſton ſey, einige aber die Gewichtszunahme der Metallkalke. Endlich ſagt er, das Phlogiſton ſey ein hypothetiſcher Grundſtoff, welchen die Chemiker noch nicht außer den Körpern hätten darſtellen können; dagegen werde in Hr. **Lavoiſiers** Theorie nichts Hypothetiſches vorausgeſetzet, ſondern alle Sätze würden mit der Wage in der Hand bewieſen. Alles, was für und wider das Phlogiſton geſagt werden kann, findet man kurz beyſammen bey Hr. **Scherer** β) und in den Ueberſetzungen von **Kirwans** Abhandlungen γ).

Alle Gründe, welche Herr **Girtanner** gegen die Exiſtenz eines Phlogiſtons aufgeführet hat, ſind mit vieler Gründlichkeit

α) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 463 u. f.

β) Scrutinium hypotheſeos principii inflammabilis. in *Jacquin* collectan. Vol. IV. J. A. Scherer genaue Prüfung der Hypotheſe vom Brennſtoff, a. d. lat. von Carl Bretfeld. Prag 1793. 8.

γ) Eſſai ſur le phlogiſtique, traduit de l'anglois de *M. Kirwan* avec des notes de MM. *de Morveau*, *Lavoiſier*, *de la Place* etc. à Paris 1788. 8. Antiphlogiſtiſche Anmerkungen des Herrn de Morveau Lavoiſier ꝛc. nebſt Kirwans Replik, und der Duplik der franz. Chemiker, aus dem Fr. u. Engl. von D. Fried. Wolff. Berlin 1791. 8.

lichkeit von Hr. D. **Richter** *) beantwortet worden. Er ſucht zu beweiſen, daß unter allen Erfahrungen, welche die Antiphlogiſtiker angeben, auch nicht eine einzige zu finden ſey, welche ſchlechterdings nöthigte, die Exiſtenz eines Brennſtoffs zu verneinen, und daß ſelbſt alles, was dem Phlogiſton entgegengeſetzet würde, nicht ſo wohl aus den Erfahrungen ſelbſt, als vielmehr aus ihren Erklärungen abgeleitet werde. Hierbey nehme man ganz willkürlich an, daß alle Erſcheinungen des Verbrennens durch eine einfache Verwandſchaft erfolge, wobey nur drey Stoffe, nämlich der verbrennliche Körper, der Sauerſtoff und Wärmeſtoff, wirkſam wären. Außerdem hätten die Antiphlogiſtiker bey dem Akt des Verbrennens noch eine Erſcheinung vergeſſen, nämlich das **Licht**, welches doch offenbar von der Wärme verſchieden ſey, und daher einen vierten Stoff zu erkennen gebe, ſo daß die Erſcheinungen des Verbrennens durch eine **doppelte Verwandſchaft** erkläret werden müſſen. Und eben dieſer vierte Stoff, welcher in dem verbrennlichen Körper liegen müſſe, ſey es vermuthlich, welcher in Verbindung mit dem Wärmeſtoffe das Licht bilde. Man müſſe vor allen Dingen erſt erweiſen, daß der Wärmeſtoff mit dem Lichtſtoffe einerley ſey, ſo lange dieß aber noch nicht geſchehen wäre, ſo ſey man auch berechtiget, den vierten unbekannten Stoff, welcher wahrſcheinlich mit dem Wärmeſtoffe das Licht verurſache, **Brennſtoff oder Phlogiſton** zu nennen, ſo wie man berechtiget ſey, den unbekannten Stoff, welcher die Empfindung der Wärme hervorbringe, mit dem Nahmen des Wärmeſtoffes zu belegen. Dem zu Folge nimmt Herr **Richter** an, daß der **Brennſtoff** oder das **Phlogiſton** dasjenige ſey, was mit dem Wärmeſtoffe den Lichtſtoff hervorbringt, und daß ein jeder verbrennliche Körper aus einem ihm eigenen **Subſtrat** und dieſem Brennſtoffe zuſammengeſetzet ſey. Hierauf zeigt er ausführlich, daß ſich alle Erſcheinungen der

*) Ueber die neuern Gegenſtände der Chemie. Drittes Stück, enthaltend den Verſuch einer Critik des antiphlogiſtiſchen Syſtems. Breslau und Hirſchberg. 1793. gr. 8.

der Verbrennung, der Verkalkung, der Gewichtszunahme, der Salpeterſäure, der Waſſererzeugung, der Schwefelleberluſt, des Ammoniaks u. ſ. w., welche die Antiphlogiſtiker ohne Annahme eines Brennſtoffs zu erklären ſich Mühe gegeben hatten, durch Einführung des Phlogiſtons eben ſo befriedigend, und oft noch beſſer, durch eine doppelte Wahlverwandſchaft, ſtatt der willkürlich angenommenen einfachen, erklären laſſen. Weil daher alle dieſe Erklärungen mit den Erfahrungen eben ſo gut, als die antiphlogiſtiſchen, übereinſtimmend wären, ſo beweiſe dieß, daß die Exiſtenz eines Stoffs, welcher im verbrennlichen Körper ſich befinde, und den Grund des Verbrennens enthalte, weder der Vernunft noch den Erfahrungen entgegen ſey.

Herr **Girtanner** ſucht in ſeiner neuen Ausgabe der antiphlogiſtiſchen Chemie den Einwürfen des Herrn **Richters** zu begegnen. Er ſagt, Herr **Richter** thue ihm ſehr unrecht, wenn er ſpreche, daß er alle Erſcheinungen des Verbrennens durch eine einfache Verwandtſchaft erkläre; er erkläre ſie alle durch eine doppelte Verwandtſchaft. Es machen nämlich die benachbarten Körper, mit denen ſich der frey gewordene Wärmeſtoff verbinde, das vierte Glied in der Verbindung aus. Und was den Lichtſtoff anbetreffe, ſo ſey er bloß ein hypothetiſch angenommener Stoff, deſſen Exiſtenz noch nicht bewieſen zu ſeyn ſcheine. Vielleicht ſey das Licht keine eigene Materie, ſondern eine bloße Modifikation des Wärmeſtoffs, durch welche derſelbe fähig wird, auf die Organe unſers Geſichtes einen gewiſſen Eindruck zu machen. Jedoch geſteht er ein, daß das Licht auf die Wirkung der Körper Einfluß habe; nur ſey es gänzlich unbekannt, von welcher Art dieſer Einfluß des Lichtes ſey, und wie daſſelbe wirke. Allein ich ſollte meinen, daß man mit eben ſo vielem Rechte die Wärme als eine Modifikation des Lichtſtoffes betrachten könne, und wenn alle Stoffe, welche die Antiphlogiſtiker angenommen haben, in Anſehung ihres Daſeyns bewieſen werden ſollten, wie viele würden darſtellbar ſeyn?

Nachdem Herr **Gren** vorzüglich durch den Verſuch des gänzlichen Verſchwindens des Luftraumes beym Verbrennen des Phosphors in reiner Luft bewogen wurde, das bisher von ihm vertheidigte phlogiſtiſche Syſtem zu verlaſſen, und in den Hauptpunkten die Sätze der Antiphlogiſtiker anzuerkennen, ſo änderte er den bisherigen Begriff des Brennſtoffs dahin ab, daß er, wie die Herren **Leonhardi** [α]) und **Richter**, darunter die Baſis des ſtrahlenden Lichtes verſteht [β]). Er behauptet nämlich, daß das ſtrahlende Licht eine Zuſammenſetzung aus einer eigenen Baſis und dem freyen Wärmeſtoff ſey, welcher für dieſe Baſis das fortleitende Fluidum wird. In Anſehung des Wärmeſtoffs aber behielt er noch die Meinung bey, daß er durch die Cohäſion mit den Körpern eine Abnahme des Gewichtes derſelben, durch Ausſtrahlung aber eine Zunahme des Gewichtes verurſache. In ſeiner neueſten Ausgabe des Grundriſſes der Naturlehre vom Jahre 1797 verläßt er aber auch dieſe Meinung, und behauptet, daß der Wärmeſtoff eine **rein expanſible** Flüſſigkeit ohne alle Schwere ſey, und ſeine Vermehrung oder Verminderung in den Körpern könne, wie auch die Erfahrung lehrte, das Gewicht des Körpers weder vermehren noch vermindern. Es ſey alſo der Wärmeſtoff als inponderable Subſtanz zu betrachten [γ]). Aus dem Satze, daß das Licht eine aus Brennſtoff und Wärmeſtoff zuſammengeſetzte Flüſſigkeit ſey, ſucht er eine Menge von Erſcheinungen des Lichtes und des Feuers zu erklären, welche ſonſt ganz unerklärt bleiben müßten. Dieſer Begriff vom Brennſtoffe iſt nun freylich ganz verſchieden von dem ſtahliſchen Phlogiſton, deſſen Wirkung alle nur mögliche Erſcheinungen des Verbrennens umfaßte, und ſo genommen ſcheint er noch gar nicht von den Antiphlogiſtikern widerlegt zu ſeyn, vielmehr ſcheint er eine Lücke auszufüllen, welche das antiphlogiſti-

α) Zuſätze zu Macquers chemiſch. Wörterbuche B. I. S. 401 f. B. II. S. 556.

β) Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie Th. I. Halle 1794. § 220. 229.

γ) Grundriß der Naturlehre, neu bearbeitet von Gren. Halle 1797. §. 512.

phlogiſtiſche Syſtem bisher gelaſſen hatte, indem es von den Erſcheinungen des Lichtes noch gar keine befriedigende Erklärung hat geben können. Daher ſchlägt auch Herr Richter dieſen neuen Begriff vom Brennſtoff als ein gütliches Mittel vor, beyde Syſteme mit einander zu vereinigen. Für die Exiſtenz des Brennſtoffs ſind ebenfalls in einer kleinen Schrift des Herrn **Joh. Bapt. Jak. Zauſchner** [α]) ſehr wichtige Gründe angeführet worden. Ueberhaupt iſt die Annahme des Brennſtoffs von den Antiphlogiſtikern bey weitem noch nicht widerleget, und es iſt gewöhnlich nur Leidenſchaft, wenn ſie das Phlogiſton gerade weg läugnen.

Herr Hofrath **Lichtenberg** [β]), welcher gewiß dem antiphlogiſtiſchen Syſteme an verſchiedenen Stellen das gerechte Lob nicht verſaget, gibt dem wahren philoſophiſchen Naturforſcher noch folgende Umſtände zu überlegen, ehe er ſein Urtheil über die Nonexiſtenz des Phlogiſtons fälle: 1) ſey die Einfachheit der Metalle, des Schwefels, Phosphors u. ſ. f. im antiphlogiſtiſchen Syſteme eben ſo hypotheriſch, als ihre Zuſammengeſetztheit im alten Syſteme; man müſſe daher die Meinung, daß ſie beym Verkalken oder Verbrennen etwas hergeben, nicht ſo geſchwind verlaſſen, zumahl da einige Metalle in der Hitze einen eigenthümlichen Geruch von ſich geben, und ſich ſchon dadurch als zuſammengeſetzte Körper verrathen; 2) wiſſe man bloß mit apodiktiſcher Gewißheit, daß die Luft durch die Hitze im Freyen ſehr ausgedehnt, und dadurch ſehr flüchtig von dem heißen Körper aufwärts weggetrieben wird, und der kältern Platz machet; daß ſie bey großer Erhitzung endlich von manchen heißen Körpern ohne weiteres Zwiſchenmittel angehalten werde, die ſie kurz vorher noch ſo ſehr ſchnell floh und immer ſchneller je heißer ſie wurden, iſt alſo eine bloße Hypotheſe, die kaum ſo annehmlich iſt, als die, daß der verbrennende oder der ſich verkalchende Körper endlich auch etwas hergebe und ſich mit ihr verbinde, wodurch ſie, ihres Feuer-

α) Vindiciae phlogiſti conſcriptae a *I. B. Iac. Zauſchner*. 1794. 8.

β) Anfangsgründe der Naturlehre von Polyc. Erxleben und Zuſ. von Lichtenberg. Götting. 1794. Anmerk. zu §. 438.

Feuerſtoffs und ihrer Flüchtigkeit beraubt, ihren noch übrigen Theil an den heißen Körper abſetze: 3) müſſe man nicht fragen, was denn aus dieſem Brennſtoff werde, z. B. bey der Verbrennung des Phosphors in reiner Luft, wo nichts als Säure übrig bleibt, ſo lange man nicht weiß, was das Licht eigentlich iſt. Wie ſey es nur möglich über die Nonexiſtenz eines Brennſtoffs ſo abzuſprechen, ſo lange man die frappanteſte Erſcheinung beym Verbrennen, das **Leuchten** nicht erkläre, zumahl da man in durchſichtigen brennbaren Körpern, als im Demant und im Terpentinſpiritus einen ſo merkwürdigen Zuſammenhang zwiſchen Brennbarkeit und Brechung des Lichtes entdecket habe.

Der erheblichſte und ſtandhafteſte Gegner der antiphlogiſtiſchen Chemie, Herr **de Lüc** *), hält das Phlogiſton für eine beſondere Subſtanz, welche einen Beſtandtheil aller brennbaren Luftarten ausmache, eben ſo wenig, wie das Feuer, wägbar ſey, und vermöge ihrer Eigenſchaft, ſich bey einem gewiſſen Wärmegrade mit einem eigenthümlichen Stoffe der reinen Luft zu vereinigen, die unmittelbare Urſache der Entzündung werde. Nach de Lüc unterſcheidet dieſes Phlogiſton die leichte brennbare Luft vom Waſſerdampfe; außerdem müſſe es aber noch eine eigene Subſtanz geben, welche alle ſchwere brennbare Luftarten von der leichten unterſcheide, und durch ihre Verbindung mit dem Phlogiſton ein Hinderniß der letztern werde, die reine Luft zu zerſetzen. Selbſt dieſe Subſtanz verwandele die reine Luft in fixe.

Herr Prof. **Voigt** β), hier in Jena, iſt zuerſt durch die Analogie der Erklärungen, welche ſich bey den elektriſchen Verſuchen durch die Annahme zweyer verſchiedener elektriſchen Materien geben laſſen, auf den Verſuch geleitet worden, auch für die beym Verbrennen vorkommenden Erſcheinungen

*) Funfzehnter Brief an de la Metherie v. 11. April 1791. in Grens Journal der Phyſik Band VII. S. 120.

β) Verſuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künſtlichen Luftarten, des Athmens, der Gährung, der Elektricität, der Meteore, des Lichtes und des Magnetiſmus, aus Analogien hergeleitet. Jena 1793. 8.

nungen eben ſolche zwey Grundſtoffe, die übrigens von den elektriſchen weſentlich verſchieden ſind, anzunehmen. Ein jeder dieſer beyden Stoffe iſt nach ihm im höchſten Grade elaſtiſch, und dieſe Elaſticität kömmt von der weſentlichen Eigenſchaft dieſer beyden Stoffe her, nach welcher die Theile eines jeden durch eine beſondere Kraft einer in einer gewiſſen Entfernung von einander gehalten werden, in welche ſie ſich allemahl wieder begeben, wenn ſie etwa durch einen äußern Zwang näher an einander getrieben und hernach wieder von demſelben befreyet worden ſind. So ſehr aber die gleichartigen Theile auf dieſe Weiſe einander abſtoßen, ſo ſtark ziehen ſich dagegen die ungleichartigen, als welche theils zu dem einen, theils zu dem andern Brennſtoff gehören, einander an. So bald alſo beyde frey werden und einander nahe genug kommen, ſo fahren die Theile des einen mit größter Heftigkeit gegen die des andern, ſtoßen ſich durch ihre Elaſticität wieder ab, ziehen ſich wieder an, und ſo wechſelsweiſe fort, bis ſie endlich zur Ruhe kommen und ein gebundenes Paar ausmachen. In dem Zuſtande einer mäßigen Schütterung verurſachen ſie die Wirkung der Wärme, einer heftigern Schütterung Hitze, und einer ſo heftigen, daß der Lichtſtoff dadurch in Wirkſamkeit geſetzet wird, Glut oder Feuer. Den einen Brennſtoff bezeichnet er mit + F und dieſer iſt der **männliche**, den andern mit — F und das iſt der **weibliche**, und den gegen einander ſchlagenden mit ∓ F und das iſt der **gepaarte**, wo man bey dem letztern wieder den **wirkſam** und **ruhig** gepaarten unterſcheiden muß. Der männliche Brennſtoff befindet ſich in den verbrennlichen Körpern, und macht in Verbindung des Waſſers das **männliche Brenngas** (entzündbare Luft) aus; der weibliche Brennſtoff hingegen macht in Verbindung mit dem Waſſer das **weibliche Brenngas** (dephlogiſtiſirte Luft). Dieſe beyden Stoffe haben weder eine poſitive noch negative Schwere. So bald der männliche Brennſtoff von dem verbrennlichen Körper weicht, ſo verbindet ſich mit dieſem ein weſentliches Waſſer, und vermehrt daher ſein Gewicht, vereiniget er ſich aber wie-

der

der mit dem Körper, ſo entweichet dieß Waſſer, und ſein Gewicht wird vermindert.

Außer dieſen beyden Brennſtoffen nimmt er noch folgende als einfache für ſich beſtehende Stoffe an, einen erdigen, einen wäſſerigen, einen luftigen, einen ſauern, einen alkaliniſchen, einen für das Licht, zwey elektriſche und zwey magnetiſche. Der luftige Grundſtoff hat mit dem permanent dampfartigen Waſſerſtoff große Aehnlichkeit, und iſt die Matrix, in welche die verſchiedenen Gasarten eingehüllt ſind, oder der Schauplatz, auf welchem ſie ihre Rolle ſpielen. In ſeiner einfachen Geſtalt hat er bloße Durchſichtigkeit, Elaſticität und Flüſſigkeit, ſonſt aber weder Geruch noch Geſchmack, und iſt das vornehmſte Werkzeug zur Erzeugung und Fortpflanzung des Schalles. Der Lichtſtoff hat nach der Vorſtellung des Herrn Prof. **Voigts** eine geringe Dichtigkeit, und beſteht aus einer Menge äußerſt feiner Kügelchen, welche allenthalben in der Natur gleichförmig verbreitet ſind. Dieſer Stoff wird vornemlich durch das Gegeneinanderſchlagen der beyden Brennſtoffe oder der beyden elektriſchen Stoffe und durch andere Urſachen in ſchwingende Bewegungen geſetzt.

Ein Paar Beyſpiele mögen hinreichend ſeyn, um ſich von der Theorie des Herrn Prof. **Voigts** einen Begriff zu machen. Wenn man mit Stahl und Stein Feuer ſchläget, ſo befindet ſich der männliche Brennſtoff im Stahl in der Eiſenerde gebunden, und der Stein iſt ein harter und ſcharfer Körper, welcher durch die Gewalt des Zuſammenſchlagens an einigen Stellen beyde Materien von einander ſondert. So wie nun der männliche Brennſtoff von der Eiſenerde bis auf eine gewiſſe Entfernung getrennt iſt, reißt ſich auch der ihm zunächſt liegende Theil des weiblichen Brennſtoffs in der benachbarten Luft los, und ſchlägt ſo heftig gegen ihn, daß dadurch ein Funke und die Entzündung des Schwammes erfolget. Aus dem entzündeten Schwamm wird nun der männliche Brennſtoff losgemacht, und es wird aus dem Antheil von dem weiblichen Brenngas in der benachbarten Luft ſo viel ausgelockt, daß die Glut ſo lange unterhalten werden kann,

als noch männlicher Brennſtoff im Schwamm, und weibli- cher im benachbarten Gas iſt. Hierbey wird zugleich aller der Waſſerſtoff niedergeſchlagen, der den weiblichen Brenn- ſtoff vorhin gebunden hielt. Dieſes Waſſer ſammelt ſich auf dem Feuerſtein ſehr häufig an, auf welchem der Schwamm liegt.

Wenn man Queckſilber in ein Gefäß thut, in welchem ſich viel friſche Luft befindet, und wo ſie auch in der Folge einen leichten Zugang zu deſſen Oberfläche hat, alsdann aber ſo viel Feuer darunter macht, daß das Queckſilber ohne zu verdampfen zum Sieden kommen kann, ſo wird der männ- liche Brennſtoff, welcher an ſeiner Erde hängt, durch die Hitze beträchtlich aufgelockert, ſo daß ſich einige Theile wirk- lich davon trennen. Dieſe entbinden alsdann aus eben dem weiblichen Brenngas, welches in der friſchen Luft vorhanden iſt, weiblichen Brennſtoff, ſo daß gepaarter daraus entſtehet, welcher als Wärme davon geht und die Erde zurückläßt; mit dieſer Erde aber verbindet ſich dagegen das niedergeſchlagene Waſſer, als ein Cryſtalliſationswaſſer, und macht die rothe Erde des Queckſilbers beträchtlich ſchwerer, als ſie vorhin war, da ſie noch mit dem abgeſchiedenen männlichen Brenn- ſtoff in Verbindung ſtand.

Wenn man Braunſtein oder Salpeter glühet, ſo wird das Cryſtalliſationswaſſer, welches dieſe Materien enthalten, ſo loſe gemacht, daß ſich aus dem gegebenen Brennſtoff des eingedrungenen Glühefeuers der weibliche Theil mit dieſem Waſſer zum Brenngas verbindet, indem ſich der männliche mit der Erde des Braunſteins oder dem Alkali und der Säure des Salpeters vereiniget.

Dieſe Theorie iſt vorzüglich dieſerwegen nicht Beyfalls würdig, weil ſie zu viele willkürliche Erklärungen zuläßt, die ſich oft ſelbſt gegen einander aufheben; auch iſt es ganz der Er- klärungskunſt entgegen, Stoffe aufzuführen, die man zur Er- klärung der Erſcheinungen des Feuers, des Verbrennens u. ſ. f. gar nicht nöthig hat, zumahl da weit leichtere und der Natur der Sache angemeſſenere Erklärungen aus allgemein bekann- ten

ten Thatſachen von allen dieſen Erſcheinungen gegeben werden können.

M. ſ. **Macquer** chymiſches Wörterbuch durch **Leonhardi.** Art. **Brennbares. Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie 1te und 2te Ausgabe. Deſſen Grundriß der Naturlehre, 1te, 2te und 3te Ausgabe. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. an verſchied. Stellen. **De Lüc** neue Ideen über die Meteorologie a. d. Franz. Th. I. Berlin u. Stett. 1787. §. 182. Deſſelben funfzehnter Brief an Herrn **de la Metherie**, aus dem journal de phyſique 1791. p. 378. überſ. in **Grens** Journal der Phyſik B. VII. S. 105 u. f. **Lampadius** kurze Darſtellung der vorzüglichſten Theorien des Feuers. Götting. 1793. S. 142 u. f.

Brennweite (diſtantia foci ſ. focalis, diſtance du foyer) iſt die Entfernung des Brennpunktes von dem Mittelpunkte der Brenngläſer oder Brennſpiegel. Wenn die Halbmeſſer der Krümmungen der Brenngläſer und der Brennſpiegel bekannt ſind, ſo kann man aus dem Geſetze der Strahlenbrechung und der Zurückwerfung den Brennpunkt theoretiſch finden, vorausgeſetzet, daß weder die Abweichung der Gläſer und Spiegel wegen der Kugelgeſtalt, noch wegen der Farben in Betrachtung gezogen werden. Denn alsdann iſt der wahre Brennpunkt der Mittelpunkt des Sonnenbildes, d. i. derjenige Punkt, in welchem die aus dem Mittelpunkte der Sonne ausfließenden und mit der Axe der Gläſer oder Brennſpiegel parallel auffallenden Strahlen nach der Brechung oder Zurückſtrahlung zuſammen kommen.

Für die auf beyden Seiten erhabenen Linſengläſer ſey der Halbmeſſer der einen Fläche $= r$, der Halbmeſſer der andern $= \varrho$, das Brechungsverhältniß für Luft und Glas $= \mu : \nu$ und die Brennweite $= f$, ſo hat man, wenn die Dicke der Glaslinſe in Vergleichung mit den beyden Halbmeſſern r und ϱ ſehr klein iſt, die Brennweite $f = \frac{\nu \varrho r}{(\mu - \nu)(r + \varrho)}$ (m. ſ. **Linſengläſer**). Nach der Erfahrung kann man ohne merk-

lichen

lichen Fehler das Brechungsverhältniß für Luft und Glas $= \mu : \nu = 3 : 2$ ſetzen, folglich wird $f = \frac{2r\varrho}{r + \varrho}$ d. h. man findet für ein auf beyden Seiten erhabenes Brennglas die Brennweite, **wenn man das doppelte Produkt beyder Halbmeſſer durch die Summe derſelben dividiret.** Wären die beyden Kugelſegmente der Linſe gleich groß und von gleichen Kugeln, ſo wird alsdann die Brennweite $f = \frac{\nu r^2}{2r(\mu - \nu)} = r$, wenn das Brechungsverhältniß $= 3 : 2$ geſetzet wird, d. h. **die Brennweite iſt dem Halbmeſſer gleich.** Iſt die Linſe eine Kugel, ſo kann die Dicke derſelben nicht wie bey den gewöhnlichen Gläſern bey Seite geſetzet werden; die Brennweite derſelben findet man $f = \frac{1}{2} r$ d. h. **die Brennweite einer Kugel iſt der Hälfte des Halbmeſſers gleich.** Wenn übrigens das Brennglas eine ſehr geringe Dicke beſitzet, ſo bleibt die Brennweite einerley, man mag eine Seite der Linſe, welche man will, dem Objekte zukehren, wären auch die Abſchnitte, woraus die Linſe zuſammengeſetzet iſt, von ungleich großen Kugeln.

Für das planconvexe Glas iſt der eine Halbmeſſer unendlich groß, folglich die Brennweite desſelben $f = \frac{\nu r}{\mu - \nu} = 2r$, wenn $\mu : \nu = 3 : 2$ geſetzet wird, d. h. **die Brennweite iſt dem Durchmeſſer der krummen Fläche gleich.**

Für den Meniskus iſt der eine Halbmeſſer der hohlen Seite negativ und größer als der Halbmeſſer der erhabenen Seite. Wäre alſo ϱ negativ, ſo würde die Brennweite $f = \frac{-\nu r\varrho}{(\mu - \nu)(r - \varrho)} = \frac{\nu r\varrho}{(\mu - \nu)(\varrho - r)} = \frac{2r\varrho}{\varrho - r}$, wenn $\mu : \nu = 3 : 2$. d. h. **die Brennweite iſt dem doppelten Produkte beyder Halbmeſſer r und ϱ durch die Differenz derſelben dividiret gleich.**

Durch Verſuche kann man die Brennweite ſphäriſcher Gläſer auf dieſe Art beſtimmen, wenn man ſucht, in welcher

Entfernung hinter dem Glaſe das deutliche Bild der Sonne ſich zeiget. Es läßt ſich nämlich dieſes Bild durch eine auf der Axe des Glaſes ſenkrecht ſtehende Ebene auffangen, und alsdann die Entfernung desſelben von dem Glaſe meſſen.

Kepler [α]) war der erſte, welcher zeigte, daß ein Planconvexglas die mit der Axe parallelen Strahlen in der Entfernung des Durchmeſſers der erhabenen Seite hinter dem Glaſe vereinige, und daß für ein auf beyden Seiten gleich erhabenes Glas der Vereinigungspunkt paralleler Strahlen in den Mittelpunkt der Vorderfläche falle. Für ſolche Gläſer, deren krumme Flächen ungleichen Halbmeſſern zugehören, hat er keine Regel, ihren Brennpunkt zu finden, angegeben, ſondern er ſagt nur, daß er dem Glaſe näher als drey Halbmeſſer der Vorderfläche und auch näher als zwey Halbmeſſer der Hinterfläche liege. Die Beſtimmung dieſes Punktes ſoll nach **Montucla** [β]) der Jeſuite **Cavalleri** zuerſt gegeben haben; er ſetzte nämlich darüber folgende Regel: **wie ſich verhält die Summe der Durchmeſſer der beyden Flächen des Glaſes zu einem derſelben, ſo verhält ſich der andere zur Brennweite.**

Weil alle die Gläſer, das Convexconvexglas, Planconvexglas und der Meniskus Sammlungsgläſer ſind, und folglich ein phyſiſches Bild zu Wege bringen können, das leuchtende Objekt, von welchem die Strahlen auf dieſe Gläſer fallen, mag entweder die Sonne oder ein anderes nahe gelegenes Objekt ſeyn, ſo iſt man auch im Stande, aus der gegebenen Entfernung des Bildes und der Entfernung des Objektes von der Linſe die Brennweite zu finden. Man ſetze nämlich die Entfernung des Objektes von der Linſe $= \alpha$, die Entfernung des Bildes $= \delta$ und die Brennweite $= f$, ſo hat man $\alpha = \frac{\delta f}{\delta - f}$ (m. ſ. **Linſengläſer**); hieraus ergibt ſich $(\delta - f)\,\alpha = \delta f = \delta\alpha - f\alpha$, folglich $(\delta + \alpha)\,f = \delta\alpha$

α) Dioptrica. prop. 35. 39. 38.

β) Hiſtoire des mathemat. Tom. II. pr 176.

$f = \delta\alpha$ und $f = \frac{\delta\alpha}{\delta + \alpha}$ d. h. man multiplicire die Entfernung des Objektes mit der Entfernung des Bildes desſelben, und dividire dieſes Produkt durch die Summe beyder Entfernungen, ſo gibt der Quotient die Brennweite des Glaſes an. Es ſey z. B. $\alpha = 40$ Fuß $= 480$ Zoll und $\delta = 10$ Zoll, ſo hat man $f = \frac{4800}{490} = 9\frac{39}{49}$ Zoll.

Was die Hohlgläſer anbetrifft, ſo findet bey ſelbigen eigentlich kein Brennpunkt Statt, ſondern die gebrochenen Sonnenſtrahlen fahren von einander, und ſcheinen von einem Punkte herzukommen, welcher vor dieſen Gläſern liegt, welcher demnach kein Sammlungspunkt, ſondern ein Zerſtreuungspunkt iſt. Um aber jene Formeln auch bey den Hohlgläſern in Anwendung zu bringen, pflegt man denſelben einen geometriſchen oder eingebildeten Brennpunkt beyzulegen. Man ſieht leicht ein, daß bey einem auf beyden Seiten hohlen Glaſe die beyden Halbmeſſer r und ϱ negativ genommen werden müſſen, und man findet daher $f = \frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(-r - \varrho)}$ $= -\frac{\nu r \varrho}{(\mu - \nu)(r + \varrho)} = -\frac{2 r \varrho}{r + \varrho}$, wenn $\mu : \nu = 3 : 2$. Ueberhaupt finden hier alle oben angegebene Regeln für die geometriſchen Brennweiten der Hohlgläſer Statt.

Alle dieſe durch die Theorie gefundenen Regeln finden wegen der Abweichung der Kugelgeſtalt und der Farben in der Ausübung gewiſſe Einſchränkungen. Nur die nahe bey der Axe auffallenden Strahlen und ſelbſt nur diejenigen Theile der Strahlen, deren Brechungsverhältniß für Luft und Glas $= 3 : 2$ iſt, werden ſich in dem Brennpunkte der berechneten Brennweite vereinigen. Diejenigen Strahlen, welche weiter von der Axe gegen den Rand der Gläſer zu auffallen, werden nach der Brechung in Punkten zuſammenkommen, welche den Gläſern näher liegen. Weil ſich nun die Brechung des rothen Lichtes dem Verhältniſſe 3 : 2 am meiſten nähert (m. ſ.

Brechungsverhältniß), ſo vereinigen ſich eigentlich die um die Axe einfallenden Strahlen nach der Brechung ſchon vor dem berechneten Brennpunkte, und der Vereinigungspunkt des rothen Lichtes liegt demſelben am nächſten. Wegen der Beſchaffenheit der Luft und des Glaſes können jedoch einige Abänderungen dabey Statt finden.

Bey den Brennſpiegeln beträgt die Brennweite die Hälfte des Halbmeſſers der Krümmung (m. ſ. **Hohlſpiegel**), wenn man bloß diejenigen Strahlen, welche nahe bey der Axe auffallen, in Betrachtung zieht. Diejenigen Strahlen hingegen, welche von der Axe des Spiegels entfernter auf die Spiegelfläche fallen, vereinigen ſich in Stellen, welche dem Spiegel näher liegen. Die neben einander liegenden Strahlen werden ſich auch in Punkten ſchneiden, die nicht in der Axe des Spiegels liegen, und dieſe Reihe von Punkten werden eine krumme Linie, die **Brennlinie**, bilden, deren Scheitel der Brennpunkt iſt. Wäre das Objekt, welches Strahlen auf den Hohlſpiegel wirft, nicht die Sonne, ſondern ein andres, das dem Spiegel weit näher liegt, ſo wird allemahl der Hohlſpiegel ein deutliches Bild davon zu geben im Stande ſeyn. Wäre alsdann nicht allein die Entfernung des Objektes, ſondern auch die des Bildes von dem Hohlſpiegel bekannt, ſo würde man auch hieraus die Brennweite finden können. Es ſey nämlich die Entfernung des Objektes von der Spiegelfläche $= \alpha$, die Entfernung des Bildes von derſelben $= \delta$, und die Brennweite $= f$, ſo hat man, wie bey Linſengläſern, $\alpha = \frac{\delta f}{\delta - f}$ und daher $f = \frac{\delta \alpha}{\delta + f}$. (M. ſ. **Hohlſpiegel**). Für den erhabenen ſphäriſchen Spiegel laufen alle mit der Axe parallel auffallende Strahlen nach der Reflexion hinter der Spiegelfläche zuſammen; folglich hat auch ein erhabener ſphäriſcher Spiegel keinen phyſiſchen, ſondern nur einen geometriſchen Brennpunkt.

Beym hohlen paraboliſchen Brennſpiegel ſetze man den Parameter $= p$, und die Brennweite $= f$, ſo iſt nach Be-

weiſen der höhern Geometrie $4f = p$, folglich $f = \frac{1}{4}p$, d. h. **die Brennweite iſt dem vierten Theile des Parameters gleich** *). (M. ſ. **Spiegel, paraboliſche**).

Brillen (perſpicilla, lunettes, beſicles) ſind erhabene Linſengläſer, deren ſich weitſichtige Perſonen bedienen, um nahe gelegene Objekte deutlich zu ſehen.

Wenn das Auge ein in einer gewiſſen Entfernung betrachtetes Objekt deutlich ſehen ſoll, ſo wird verlangt, daß deſſen Bild gerade auf die Retina fällt. Es gibt daher auch allemahl einen gewiſſen Abſtand des Gegenſtandes vom Auge, bey welchem es ſelbigen am deutlichſten ſieht, welcher aber immer undeutlicher wird, je weiter derſelbe ſich von dem Auge entfernet, der Gegenſtand mag groß oder klein ſeyn. Kleine Objekte ſieht ein geſundes Auge gewöhnlich am deutlichſten, wenn es etwa 8 Zoll von demſelben entfernet iſt. Es wird folglich das Auge ſchon weitſichtig ſeyn, wenn es dergleichen Gegenſtände weiter als 8 Zoll von demſelben deutlich ſiehet. In einem ſolchen Falle nämlich werden die Strahlen, welche von dem 8 Zoll weit vom Auge entlegenen Objekte ausfließen, nach der Brechung im Auge die Netzhaut eher ſchneiden, als ſie ſich im deutlichen Bilde vereiniget haben. Einem ſolchen Auge muß nothwendig ein erhabenes Glas gegeben werden, wenn es ein ſolches Objekt auf 8 Zoll Weite deutlich ſehen ſoll. (M. ſ. **Auge**).

Geſetzt, eine weitſichtige Perſon kann ein Objekt auf eine gewiſſe Weite $= \delta$ nicht deutlich ſehen, ſondern auf eine andere Weite $= \alpha$, ſo kömmt es darauf an, die Brennweite eines Glaſes zu ſuchen, welches vors Auge gehalten das Objekt in der Entfernung δ eben ſo deutlich macht, als es das Auge in der Entfernung α ſähe. Wenn die geſuchte Brennweite $= f$ geſetzet wird, ſo hat man $\alpha = \frac{\delta f}{\delta - f}$, (m. ſ. **Linſengläſer**). Es muß hier aber α negativ genommen werden, weil Objekt und Bild an einer Seite des Glaſes liegen

*) Meine Anfangsgründe der höhern Geometrie. Jena 1796. 8. §. 8. 2te Aufl.

liegen müſſen; demnach hat man $-\alpha = \frac{\delta f}{\delta - f}$, und hieraus findet man $\delta f = \alpha f - \alpha\delta$ und $(\alpha - \delta)\, f = \alpha\delta$, folglich $f = \frac{\alpha\delta}{\alpha - \delta}$, d. h. die weitſichtige Perſon muß Brillengläſer gebrauchen, deren Brennweite gefunden wird, **wenn man die Weite des deutlichen Sehens in die Weite des Objektes vom Glaſe multipliciret, und dieſes Produkt durch die Differenz beyder Weiten dividiret.**

Iſt z. B. $\alpha = 24$ Zoll $\delta = 9$ Zoll, ſo hat man die Brennweite der Brillengläſer $f = \frac{24 \cdot 9}{24 - 9} = 14\frac{2}{5}$ Zoll, d. h. eine weitſichtige Perſon, welche ein Objekt auf 24 Zoll deutlich ſiehet, dieſes Objekt aber auf 9 Zoll Weite deutlich zu ſehen wünſchet, muß Brillengläſer von $14\frac{2}{5}$ Zoll Brennweite gebrauchen.

Die Erfindung der Brillen gehöret ohne Zweifel unter die nützlichſten und wohlthätigſten Erfindungen, da ſie dem für ſich beſchwerlichen Alter ſo große Erleichterung verſchaffen. Nur hat man vorzüglich folgende Vorſichtigkeitsregel nicht aus den Augen zu ſetzen, daß man ſich zu gehöriger Zeit einer Brille bedienet. Der nothwendige Gebrauch derſelben wird nach **Adams** *) durch dieſe Merkmahle erkannt: 1) wenn man kleine Objekte, um ſie deutlich zu ſehen, vom Auge weit entfernt halten muß, 2) wenn man zu ſeinen gewöhnlichen Arbeiten mehr Licht als vorher nöthig hat, 3) wenn nahe Gegenſtände genau betrachtet undeutlich zu werden anfangen, und als ob gleichſam ein Nebel darüber gezogen wäre, 4) wenn beym Leſen oder Schreiben die Buchſtaben in einander fließen und vielfach zu ſeyn ſcheinen, und 5) wenn die Augen leicht müde werden, und von Zeit zu Zeit geſchloſſen oder zur Erhohlung auf andere Gegenſtände gerichtet werden müſſen.

*) Anweiſung zur Erhaltung des Geſichts, a. d. Engl. überſ. von Kries. Gotha 1794. 8. S. 124 — 142.

müſſen. So bald wie nur einige von dieſen Umſtänden eintreten, ſo iſt es Zeit, ſich einer Brille zu bedienen, weil ſonſt durch längern Verzug die Augen immer ſchlechter werden.

Bey der Auswahl einer Brille muß man beſonders darauf ſehen, daß man eine ſolche nehme, durch welche das Auge in eben der Entfernung, als man vorher zu leſen und zu arbeiten gewohnt war, deutlich und ohne Anſtrengung ſehen könne. Wenn die Augen nach und nach flächer werden, ſo muß man nach und nach in eben dem Maße convexere Brillen gebrauchen; am beſten erkennt man dieß, wenn jedes Mahl eine andere zu wählende Brille dem Auge in eben der Entfernung, dasjenige deutlich zu ſehen verſtattet, was es ſonſt in dieſer Entfernung deutlich erblickte. Nur muß man ſich hüten, ſo ſchnell zu wechſeln, und bald dieſe bald jene Brille zu gebrauchen, ſondern man bediene ſich ſtets ſeiner eigenen. Solche Perſonen, welche Abends zu ihren Arbeiten eine Brille gebrauchen müſſen, die ſie bey Tage entbehren können, werden wohlthun, daß ſie bey der Abnahme ihrer Augen ſtets zwey Brillen zur Hand haben, nämlich eine bey Tage und die andere zur Nachtzeit, welche letztere etwas convexer ſeyn muß, damit ſie in beyden Fällen in einer gleichen Entfernung vom Auge durch die Brillen deutlich und ohne Anſtrengung ſehen können. Wer auf dieſe Weiſe mit den Brillen eine regelmäßige Stufenfolge beobachtet, der kann ſeine Augen bis zum höchſten Alter erhalten.

Solche Brillen, welche mit hörnernen Blendungen verſehen ſind oder einen breiten Rand haben, ſind ſchädlich theils weil das Auge ſchon die gehörige Blendung hat, und theils auch, weil das Geſichtsfeld dadurch ſo ſehr eingeſchränkt wird, daß man eine ſtete Wendung mit dem Auge vornehmen muß.

Sonſt gibt es auch ſo genannte **Conſervationsbrillen**, welche eine ſehr große Brennweite haben, und gemeiniglich von grünem Glaſe verfertiget werden. Sonſt war man der Meinung, daß ſie zur Erhaltung des Geſichtes wegen der grünen Farbe dienlich wären. Allein **Adams** ſpricht ihnen gänzlich alle Vorzüge ab, indem ſie den Farben ein ſchmutzi-

ges Anſehen geben, und im Anfange verurſachen, daß dem Auge, wenn man ſie ableget, weiße Dinge roth erſcheinen. Ein offenbarer Beweis, daß ſie die Augen angreifen. Bedienet man ſich derſelben nicht immer, ſo iſt die Verſchiedenheit der Helligkeit, wenn man ſie ableget, ſchädlich; gebrauchet man ſie hingegen beſtändig, ſo muß man ſie endlich ſo convex haben, daß ſie wegen der großen Dicke faſt undurchſichtig ſind.

Es gibt auch Perſonen, welche ſich gewiſſer **Leſegläſer** bedienen, die ſie mit der Hand in einer Entfernung vom Auge halten. Allein dieſe ſind dem Auge äußerſt ſchädlich. Denn es iſt unmöglich, ſie jederzeit in gleicher Entfernung vom Auge zu halten, weil ſich bald der Kopf, bald die Hand bewegt; bey einer jeden veränderten Entfernung aber muß ſich das Auge in eine andere Stellung begeben. Außerdem iſt auch der blendende Glanz, welchen ſie von der Oberfläche zurückwerfen, dem Auge ſchädlich. Dieſen ſind weit vorzuziehen diejenigen Leſegläſer, welche doppelte Augengläſer beſitzen, und mittelſt des Bügels feſt an die Augen gehalten werden können.

Die erſte deutliche Nachricht von der Vergrößerung durch Gläſer findet man im 12ten Jahrhunderte bey dem Araber **Alhazen** [α]). Denn er ſaget, eine Sache nahe an die Grundfläche des größern Abſchnittes einer gläſernen Kugel gehalten erſcheine vergrößert. **Roger Bacon** [β]), welcher am Ende des 13ten Jahrhund. lebte, führet weitläuftig an, daß kleinere Kugelſtücke von Glas mit der flachen Seite auf eine Schrift gelegt; die Buchſtaben deutlicher mache und vergrößere; allein ſeine Erklärungen, welche er davon zu geben ſich bemühet, beruhen auf verworrenen Vorſtellungen, ſo wie ſie überhaupt bey den älteſten optiſchen Schriftſtellern angetroffen werden. **Smith** in ſeiner Optik durch **Käſtner** S. 379 ſucht aus den Fehlſchlüſſen des Bacons wahrſcheinlich

α) Libri opticorum VII. theor. 118.

β) Opus maius, ad Clementem IV. pontif. Rom. Ex Mſ. codice Dublinenſi cum aliis quibusdam collato, nunc primum edidit S. *Jebb.* M. D. Lond. 1733. fol.

ſcheinlich zu machen, daß er mit Abſchnitten einer gläſernen Kugel keine Verſuche angeſtellet habe. Durch dieſe Stellen des Alhazen und Bacon iſt man vielleicht auf die Erfindung der Brillen geleitet worden. Denn das iſt gewiß, daß mit dem Anfange des vierzehnten Jahrhundertes, oder nicht lange vorher, die Brillen bekannt geworden ſind. **Smith** a. a. O. S. 377 führt hiſtoriſche Zeugniſſe an, die es außer Zweifel ſetzen, daß die Entdeckung der Brillen zwiſchen 1280 und 1311 fällt. Ein gewiſſer Mönch aus Piſa, welcher im Jahre 1313 geſtorben iſt, Nahmens **Alexander de Spina**, ſoll ein Paar Brillen bey jemanden geſehen haben, welcher ihm das Kunſtſtück nicht habe erklären wollen, nachher aber ſey er ſelbſt auf dieſe Erfindung gekommen, und habe jedermann gern damit gedient. Auch war ſonſt in der Kirche, Maria maggiore, zu Florenz eine Grabſchrift des **Salvinus Armatus** *), eines florentiſchen Edelmannes, zu leſen, welcher im Jahre 1317 geſtorben iſt, daß er die Brillen erfunden habe. Die Grabſchrift hieß

Qui giace Salvino degli Armati,
Inventore degli Occhiali.
Dio gli perdoni li peccati.

Dieſe Zeugniſſe, wovon Smith in ſeiner Optik noch mehrere angeführet hat, geben die größte Wahrſcheinlichkeit, daß dieſe wichtige Erfindung zu Ende des dreyzehnten Jahrhunderts in Italien iſt gemacht worden.

Brunnen (fontes, fontaines) ſind Anhäufungen des Waſſers in der Erde. Sie entſtehen entweder von Natur, indem ſich das in die Erde eingedrungene Waſſer in gewiſſen Stellen der Erde, wo es etwa wegen daſelbſt befindlichen Thonſchichten nicht weiter eindringen kann, ſammelt, und auch oft ſeitwärts aus der Erde hervorquillt, woher die Quellen entſtehen (m. ſ. **Quellen**); oder ſie werden mit Fleiß gegraben, und heißen alsdann **gegrabene Brunnen**. Dieſe erhalten ihren Waſſervorrath entweder von den nicht weit gelegenen Gebirgen, zwiſchen deren Schichten und Lager das Waſ-

*) Volkmanns Nachrichten von Italien B. I. S. 548.

ſer nach den Brunnen zu hindringt, oder auf eine ähnliche Art von den benachbarten Seen, Sümpfen und Flüſſen, oder auch, wie die meiſten, von atmosphäriſchem Waſſer, welches als Regen und Schneewaſſer in die Erde dringt, in gewiſſen Schichten aufgehalten wird, und durch Klüfte und andere Schichten nach den niedrigen Stellen ſich ſenkt. Das Brunnenwaſſer iſt in Anſehung der Reinigkeit und des Gehaltes gar ſehr verſchieden. Dieſe Verſchiedenheit rührt ohne Zweifel von den mancherley Erdſchichten her, durch welche es dringt, und von welchen es Beſtandtheile auflöſet und mit ſich fortführet. Die reinſten Brunnenwaſſer ſind gewöhnlich die, welche in anſehnlichen Höhen anzutreffen ſind, und welche noch wenige Schichten der Erde durchdrungen haben. Das gemeine Brunnwaſſer hat faſt immer Gyps, rohe Kalkerde und einige ſälzige Theile aufgelöſet. Enthält es ſolche Stoffe, die ihm einen merklichen Geſchmack ertheilen, ſo heißen dieſe Brunnwaſſer **mineraliſche Waſſer**, und beſonders **Geſundbrunnen**, wenn ihr Waſſer zum mediciniſchen Gebrauch dienen kann. Dahin gehören die **Sauerbrunnen, Stahlbrunnen, Cementquellen, Bitterwaſſer, Schwefelwaſſer.** Die gegrabenen Brunnen können überall angeleget werden, nur verlangen ſie in hohen und trockenen Gegenden eine anſehnliche Tiefe.

Von andern künſtlichen Brunnen, als **Heronsbrunnen** u. d. g. unter dem Artikel **Springbrunnen.**

C.

Calcination ſ. **Verkalkung.**

Calender ſ. **Kalender.**

Calorimeter ſ. **Wärmemeſſer.**

Calorique ſ. **Wärme.**

Camera clara, **reinthaleriſche**, *Camera lucida*, *Camera obſcura* des **Bapt. Porta** ſ. **Zimmer, verfinſtertes.**

Campherſäure ſ. **Kampherſäure.**

Capaci-

Capacität der Elektricität ſ. Condenſator.

Capacität für die Wärme ſ. Wärme, ſpecifiſche.

Carbone ſ. Kohlenſtoff.

Cardinalpunkte, Hauptgegenden der Welt (puncta cardinalia, cardines puncti, points cardinaux) ſind die vier Punkte im Horizonte, wovon zwey die Durchſchnittspunkte des Mittagskreiſes mit dem Horizonte, und die andern beyden die Durchſchnittspunkte des Aequators mit dem Horizonte ſind. Die beyden erſtern Punkte heißen **Mittags- und Mitternachtspunkte**, und die beyden andern **Morgen- und Abendpunkte**. Zur Zeit der Nachtgleichen geht die Sonne im Morgenpunkte auf, und im Abendpunkte unter. M. ſ. **Weltgegenden**.

Carteſianiſche Täucherlein oder **Männchen, carteſianiſche Teufel** (diaboli Carteſiani, diables Carteſiens ou plongeurs de Deſcartes) ſind kleine gläſerne Männchen, welche inwendig hohl, und mit einer feinen Oeffnung verſehen ſind. Die inwendige Hohlung muß ſo groß ſeyn, daß das Männchen etwas weniges leichter, als ein gleich großes Volumen Waſſers iſt, damit es auf dem Waſſer ſchwimme. Mit dieſem Männchen pflegt man phyſikaliſche Verſuche anzuſtellen, welche beym erſten Anblick ein bloßes Spielwerk zu ſeyn ſcheinen, bey genauerer Erwägung aber allerdings von Erheblichkeit ſind. Man nimmt ein langes aber nicht gar zu weites Glas (fig. 73.) a b c d, deſſen Länge etwa einen Fuß und die Weite ungefähr 3 Zoll iſt. Oben muß es eine enge Oeffnung mit einem kleinen Halſe und einem etwas breiten Rande e haben. Dieſes Glas wird mit Waſſer angefüllt, und das Täucherlein hineingethan, nachher mit einer Blaſe dergeſtalt verbunden, daß keine Luft darunter bleibt. Wenn man nun ein wenig mit dem Finger auf die Blaſe druckt, ſo wird dieſer Druck das Waſſer, welches nicht weiter ausweichen kann, durch die enge Oeffnung des Täucherleins hineindringen, und die in ſelbigem befindliche Luft zuſammendrücken. Folglich muß dadurch das Täucherlein ſchwerer als vorher werden, ohne jedoch ſeinen

nen Umfang zu vergrößern, d. h. es wird ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer und muß daher im Waſſer zu Boden ſinken. So bald man aber zu drucken aufhöret, ſo dehnet ſich die zuſammengepreßte Luft wieder aus, treibt das Waſſer zum Theil wieder heraus, wodurch das Täucherlein wieder leichter als vorher wird, und es ſteigt daher in die Höhe. Durch abwechſelndes Drucken und Nachlaſſen ſcheint es alſo, als wenn dieß Täucherlein im Waſſer tanze.

Bringt man ferner das Täucherlein in ein offenes mit Waſſer angefülltes Glas, und ſetzet dieß unter die Glocke einer Luftpumpe; ſo dehnt ſich, ſo bald die Luftpumpe zu arbeiten anfängt, die in der Hohlung befindliche Luft aus, und tritt zum Theil aus der engen Oeffnung heraus. Durch wiederhohltes Exantliren wird endlich die im Täucherlein zurückgebliebene Luft ſo dünne, daß man den innern Raum als luftleer betrachten kann. In dieſem Zuſtande wird das Täucherlein auf dem Waſſer ſchwimmen. Läßt man nun unter die Glocke äußere Luft wieder hinein, ſo wird der Druck derſelben auf das Waſſer daſſelbe in die enge Oeffnung des Täucherleins hineintreiben, und den innern Raum damit anfüllen, ſo daß es nun ſpecifiſch ſchwerer als das Waſſer iſt, und es wird folglich ſogleich zu Boden ſinken.

Carteſianiſche Wirbel ſ. **Wirbel.**

Caſſegrainiſches Teleſkop ſ. **Spiegelteleſkop.**

Caſtor und **Polux** ſ. **Wetterlicht.**

Catakuſtik ſ. **Katakuſtik.**

Catadioptriſche Werkzeuge ſ. **Spiegelmikroſkop, Spiegelteleſkop.**

Cataphonik ſ. **Kataphonik.**

Cataracte ſ. **Katarakte.**

Cauſticität ſ. **Kauſticität.**

Cementation (cementatio, cémentation) iſt in der Chemie überhaupt das Glühen der Körper in verſchloſſenen Gefäßen, zwiſchen andern, die ſie verändern ſollen. Mehrentheils wird die Veränderung der Körper durch die von der Hitze hervorgebrachten Dämpfe eines feſten Körpers bewirket

wirket. Diejenige Subſtanz, welche in der Hitze die Dämpfe hergibt, heißt das **Cementpulver** (puluis cementarius). Mit dieſem wird der zu verändernde Körper ſchichtweiſe in der ſo genannten Cementirbüchſe in die Hitze gebracht. Dieſe Büchſe iſt von gutem feuerfeſten Thone, nicht glaſurt, und mit einem gut darauf paſſenden Deckel verſehen, welcher beym Gebrauche darauf gekittet wird.

Das Cementpulver iſt nach Verſchiedenheit der zu verändernden Körper auch verſchieden. Die vorzüglichſten ſind das Goldcementpulver, welches zur Scheidung des Silbers vom Golde gebrauchet wird; das Cementpulver zur Verwandlung des Eiſens in Stahl und das Cementpulver zur Verwandlung des Kupfers in Meſſing.

Die Cementation hat allemahl entweder eine Scheidung oder eine Auflöſung zur Abſicht. Nach der atomiſtiſchen Lehrart müßten alſo die durch die Hitze entſtandenen feinen Theile in die erweiterten Poren des zu verändernden Körpers ſich begeben, und folglich nur eine Nebeneinanderſtellung der kleinſten Theile des zu verändernden Körpers und der feinen aufgelöſeten Theile des Cementirpulvers nicht aber eine Scheidung oder eine Auflöſung zu Wege bringen. Nach der dynamiſchen Lehrart hingegen durchdringen die feinen Theile des Dampfes die Materie des zu verändernden Körpers und erzeugen eben dadurch einen Körper von eigener Natur und eigenen Eigenſchaften.

Cementwaſſer (aquae cementoriae, eaux cémentatoires) ſind kupferhaltige Waſſer, welche ſich gemeiniglich in Kupferbergwerken befinden. Es iſt in dieſen Wäſſern das Kupfer mittelſt der Vitriolſäure aufgelöſet. Man findet dergleichen Cementwaſſer in Ungern, Deutſchland, Schweden, Norwegen, England, Irland u. a. andern Orten mehr.

Wenn ein Stück Eiſen in die Cementwaſſer geleget wird, ſo löſet die in ſelbigen enthaltene Vitriolſäure, wegen einer größeren Verwandtſchaft, daſſelbe auf, und es wird dadurch eben ſo viel Kupfer niedergeſchlagen, welches **Cementkupfer** (cuprum praecipitatum) genannt wird. Im Großen gewinnt

winnt man daher auch dieſes Kupfer auf folgende Art, man leitet die Cementwaſſer in Graben oder Canäle und wirft altes Eiſen hinein. Auch ſchlägt ſich das Cementkupfer oft auf Erde, Stein und Holz nieder, ja bisweilen erzeuget es ſich ohne Unterlage, und iſt alsdann zum Theil figurirt.

Centralbewegung (motus centralis, mouvement central). Wenn ein bewegter Körper während ſeiner Bewegung genöthiget iſt, eine krumme Bahn zu durchlaufen, ſo muß unaufhörlich eine Kraft auf ihn wirken, welche ihn beſtändig von ſeinem geradlinichten Wege, den er vermöge ſeiner Trägheit durchlaufen würde, ablenkt. Es kann die Richtung dieſer Kraft nach einem unveränderlichen Punkte erfolgen, und dann heißt die Kraft die **Centripetalkraft** (vis centripeta), weil der unveränderliche Punkt, wo man ſich die Urſache gedenkt, welche den bewegten Körper anzieht, der **Mittelpunkt der Kräfte** genannt wird. Und eben eine ſolche Bewegung heißt **Centralbewegung**. Wenn z. B. ein Körper in einem Kreiſe herumgeſchläudert wird, ſo erfolget dieſe ſeine kreisförmige Bahn deßwegen, weil ihn die Hand in allen Punkten ſeines Weges gegen den Mittelpunkt ziehet. So beſchreibet auch der Mond ſeine krumme Bahn um die Erde, weil ihn die Erde in allen ſeinen Stellen nach dem Mittelpunkt anzieht. Würde in dem Augenblicke die anziehende Kraft der Erde gegen den Mond zu wirken aufhören, ſo würde nun der Mond von der Erde in einer Richtung entfliehen, welche in der Stelle ſeiner Bahn als eine Tangente derſelben zu betrachten iſt.

Es ſey die Richtung der Bewegung des bewegten Körpers (fig. 73.) a nach der Tangente ab; eine Kraft aber, welche nach dem unveränderlichen Punkte c in der Richtung ac auf ſelbigen wirkt, lenke ihn beſtändig von dem geraden Wege ab, um die krumme Linie aek zu durchlaufen. Man ſtelle ſich anfänglich dieſe krumme Linie als ein Vieleck von unendlich vielen Seitenlinien vor, wo alſo die Punkte a, e, h u. ſ. unendlich nahe an einander liegen; alsdann muß man aber auch annehmen, daß die Kraft nach der Richtung ac

nicht

nicht ſtätig, ſondern nur ſtoßweiſe wirket, und dem bewegten Körper die Bewegung, welche er in ihm nach und nach in der unendlich kleinen Zeit, da er z. B. durch den Bogen a e gehet, zu Wege bringt, in der Mitte dieſer unendlich kleinen Zeit in m, wo er von ſeinem Wege am weiteſten ſich befindet, urplötzlich mittheilet. Auf dieſe Weiſe wird die ſo vorgeſtellte Bahn von der wahren, ſo wohl in der Richtung als auch in der Geſchwindigkeit, unendlich wenig verſchieden ſeyn. Geſetzt nun, der Körper würde in dem erſten unendlich kleinen Zeittheile den Weg a b durchlaufen müſſen, in m zöge ihn aber die Kraft nach m d, ſo wird er nun die Diagonale m e des Parallelogramms m d e b durchlaufen. Wenn nun jetzt die Wirkung der Kraft nach der Richtung e c auf den Körper aufhörte, ſo würde er in dem folgenden unendlich kleinen Zeittheilchen nach der Richtung der Tangente e i gleichförmig fortgehen; da ihn aber die Kraft in f nach der Richtung f g ziehet, ſo muß er wiederum die Diagonale f h des Parallelogramms f g h i durchlaufen. Hieraus iſt nun leicht zu begreifen, daß die Bahn des Körpers die krumme Linie a e k vorſtellen müſſe, wenn die Kraft nach der Richtung a c ununterbrochen oder ſtätig auf ſelbigen wirkt.

Wenn der Körper in ſeiner krummlinichten Bahn in dem erſten Zeittheilchen den Bogen a e, in dem andern dem erſten gleichen Zeittheilchen den Bogen e h u. ſ. f. durchläuft; ſo muß das Dreyeck c m e = dem Dreyeck c m b ſeyn, denn iſt b e mit m c parallel, und m c die gemeinſchaftliche Grundlinie beyder Dreyecke; ferner iſt a m = m b und a c die gemeinſchaftliche Höhe beyder Dreyecke a m c und c m b folglich auch das Dreyeck a m c = m c b = m c a. Eben ſo iſt das Dreyeck c f h = dem Dreyeck f c i, weil i h parallel mit c f und c f die gemeinſchaftliche Grundlinie iſt. Weil aber auch e f = f i und e c die gemeinſchaftliche Höhe beyder Dreyecke e c f und f c i, ſo iſt das Dreyeck f c i = e c f = c f h = e m c u. ſ. f. Es läßt ſich alſo vom ganzen Ausſchnitte a c h ſagen, daß er eben ſo viele unendlich kleine Ausſchnitte wie a c e enthält, ſo viel die Zeit T, binnen welcher der Körper

den Bogen ah zurück geleget hat, gleiche Zeittheilchen enthält. Wenn nun hier, wie in der Geometrie, eine jede aus dem Punkte c auf irgend einen Punkt der krummen Linie gerade gezogene Linie wie ca, ce u. ſ. der **Radius Vektor** genannt wird, ſo folgt bey der Centralbewegung unläugbar, **daß ſich die Zeiten, in welchen verſchiedene Bogen der krummen Linie von dem Körper durchlaufen werden, wie die Ausſchnitte, welche der Radius Vektor beſchreibt, verhalten.** Dieß allgemeine Geſetz der Centralbewegungen hat **Kepler** [α]) aus Tychons aſtronomiſchen Beobachtungen gefunden, und gezeigt, daß die Planeten in ihrem Laufe um die Sonne daſſelbe befolgten. **Newton** [β]) hat es bewieſen. Weil dieſe Bewegung gleichförmig iſt, ſo verhalten ſich auch die Geſchwindigkeiten wie die Räume (m. ſ. **Bewegung**) am, me, ef, fh u. ſ., oder wie die Grundlinien der Dreyecke acm, cme, cef u. ſ. Weil nun alle dieſe Dreyecke gleichen Flächeninhalt beſitzen, ſo verhalten ſich die Grundlinien umgekehrt wie ihre Höhen, d. i. umgekehrt wie die aus dem Mittelpunkte der Kräfte c auf die Grundlinien ſenkrecht gezogenen Linien; alſo verhalten ſich auch die Geſchwindigkeiten ſo. Nimmt man nun an, daß die Centripetalkraft ſtetig wirket, ſo wird die Linie, in welcher ſich der Körper beweget, eine krumme Linie. Sind die Zeittheilchen ſelbſt unendlich klein, ſo können auch die Bogen ap, pe u. ſ. mit den Tangenten am, me u. ſ. für einerley gehalten werden. Daraus folgt, daß ſich die Geſchwindigkeiten in verſchiedenen Punkten der krummen Linie verhalten umgekehrt wie die Linien, welche aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangente der krummen Linie an dieſen Punkten ſenkrecht gezogen ſind. Es ſey alſo (fig. 75.) die Geſchwindigkeit des Körpers in a $= \gamma$, und die ſenkrechte Linie aus dem Mittelpunkte c der Kräfte auf die durch a gezogene Tangente der Krümmung $= \alpha$; ferner die Geſchwindigkeit in b $= \varphi$, und die ſenkrechte Linie aus c auf die

[α]) Aſtronom. noua. Prag. 1609. fol.
[β]) Princip. Lib. I. propoſ. 1.

die Tangente durch b = β, ſo hat man $\gamma : \varphi = \beta : \alpha$. Hieraus ergibt ſich auch

$$\varphi = \frac{\alpha . \gamma}{\beta}, \text{ d. h.}$$

die Geſchwindigkeit in b iſt die vierte Proportionallinie zu ce, ca und der Geſchwindigkeit in a, wo der Radius Vektor ca mit der Tangente durch a rechte Winkel macht.

Will man eine allgemeine Gleichung zur Beſtimmung der krummen Bahnen, welche vermittelſt der Centralbewegungen beſchrieben werden, haben, ſo ſetze man die nach dem Mittelpunkte c der Kräfte gerichtete Centripetalkraft = λ, und nehme die Schwere der Körper auf unſerer Erde, welche binnen 1 Sekunde durch den Raum = g fallen, = 1 an; ſo wird die Centripetalkraft nach der unendlich kleinen Zeit = dt die Geſchwindigkeit = 2 g λ dt hervorgebracht haben; folglich wird der Weg, durch welchen ſie den Körper in der Zeit dt treibt, = 2 g $\bar{\lambda}$ dt² ſeyn. Hat im Gegentheil der Körper in ſeiner Bahn ſchon die Geſchwindigkeit φ erhalten, ſo wird er nun mit dieſer Geſchwindigkeit in der unendlich kleinen Zeit dt den Weg = φ dt zurücklegen. Hier kömmt es nun ganz darauf an, daß man die Krümmung der Bahn in irgend einer Stelle derſelben finden könne. Es ſey zu dem Ende bh eine Normallinie und in dieſer ib ein willkürlich angenommener Halbmeſſer. Mit dieſem beſchreibe man den Kreisbogen bq, welcher zwiſchen der Tangente und dem Theile bg der krummen Linie fällt, ſo erhellet, daß dieſer Kreisbogen an der Stelle b weniger Krümmung habe, als der Theil der krummen Linie. Je kleiner aber der Halbmeſſer des Kreiſes angenommen wird, deſto mehr Krümmung bekömmt der Kreis ſelbſt, folglich auch derjenige Theil, welcher zwiſchen der Tangente und dem Theile der krummen Linie liegt. Dadurch nähert ſich alſo die Krümmung dieſes Theils der Krümmung der krummen Linie, mithin liegt auch der Durchſchnittspunkt des Kreiſes mit der krummen Linie dem Punkte b näher. Fällt der Durchſchnittspunkt q des Kreiſes mit der krummen Linie dem Punkte b unendlich nahe,

ſo hat alsdann an dieſer Stelle b der Kreis mit der krummen Linie einerley Krümmung, und er heißt der Krümmungskreis, und ſein Halbmeſſer der Krümmungshalbmeſſer. Es folgt daraus, daß in einer jeden andern Stelle der krummen Bahn der Krümmungshalbmeſſer ein anderer iſt. Fiel der Krümmungshalbmeſſer mit dem Radius Vektor bc zuſammen, ſo würde nun die Tangente bf für das Element des Krümmungsbogens auf dem Radius Vektor bc ſenkrecht ſeyn, und ſelbſt ohne merklichen Fehler als die Tangente für das Element bg der krummen Linie betrachtet werden können. Demnach ſtellt bf den Weg vor, um welchen der durch das Element bg fortgerückte Körper vom Radius Vektor in der Zeit dt ſeitwärts abgekommen iſt. Weil nun das Element bg als eine Diagonale von einem unendlich kleinen Parallelogramm (fig. 76.) bmgk, folglich bg = bk iſt, ſo iſt auch der Winkel kbg unendlich klein, und daher der Winkel fbk = fbg, und der Winkel gbm = kbm. In dem Dreyecke bmg hat man

$$bg : bm = \text{ſin. } kbm : \text{ſin. } kbg \text{ u. ſin. } kbg = \frac{bm . \text{ſin. } kbm}{bg},$$

mithin nach den angenommenen Vorausſetzungen

$$\text{ſin. } fbg = \frac{bm . \text{ſin. } gbm}{bk}.$$

Ferner iſt in dem rechtwinkligen Dreyecke gbn

$$gb : gn = 1 : \text{ſin. } gbm \text{ und ſin. } gbm = \frac{gn}{gb} = \frac{bf}{bk},$$

wenn der Winkel kgb unendlich klein iſt; mithin wird

$$\text{ſin. } fbg = \frac{bm . bf}{bk^2} = (\text{fig. } 75.)\ \frac{2g\lambda dt^2}{\varphi^2 dt^2} . bf$$

$$= \frac{2g\lambda}{\varphi^2} . bf.$$

Nun iſt ferner vermöge der höhern Geometrie das Dreyeck bfg ähnlich dem Dreyecke bce, alſo hat man

$$bc : ce = bg : bf \text{ und } bf = \frac{bg \cdot ce}{bc}.$$

Setzt man cb oder den Radius Vektor $= y$, $ce = \beta$, und das Element $bg = d\text{ſ}$, folglich $bf = \frac{\beta d\text{ſ}}{y}$, ſo wird ſin. fbg oder, weil fbg unendlich klein iſt, der Winkel fbg $= \frac{2g\lambda}{\varphi^2} \cdot \frac{\beta d\text{ſ}}{y}$, und eben dieſer Ausdruck gibt die Krümmung der krummen Linie in der Stelle b an.

Es lehret ferner die höhere Geometrie, daß der Krümmungshalbmeſſer $= d\text{ſ} : \frac{2g\lambda}{\varphi^2} \cdot \frac{\beta d\text{ſ}}{y} = \frac{\varphi^2 y}{2g\lambda\beta}$, oder gleich ſey dem Elemente der Bahn durch die Krümmung ſelbſt dividiret; ferner daß eben dieſer Krümmungshalbmeſſer $= \frac{y\,dy}{d\beta}$ ſey, wenn die Ordinaten y aus einem Punkte wie hier cg gehen, und dieſe mit ſenkrechten Linien β aus dem Punkte c auf die Tangente wie hier ce verglichen werden. Daraus ergibt ſich alſo der Krümmungshalbmeſſer bey b, oder

$$\frac{y\,dy}{d\beta} = \frac{\varphi^2 y}{2g\lambda\beta}$$

und in dieſe Gleichung ſtatt φ den oben gefundenen Werth $\frac{\alpha\gamma}{\beta}$ geſetzet

$$\frac{y\,dy}{d\beta} = \frac{\alpha^2\gamma^2 y}{2g\lambda\beta^2} \text{ oder } \frac{dy}{d\beta} = \frac{\alpha^2\gamma^2}{2g\lambda\beta^2}, \text{ und}$$

$$\lambda\,dy = \frac{\alpha^2 g^2 d\beta^2}{2g\beta^2} \; (*).$$

Aus dieſer Differenzialgleichung iſt man im Stande, die Gleichung zwiſchen y und β zu finden, und die krumme Bahn zu beſtimmen, wenn man den gehörigen Werth der Kraft λ, welche nach einem gegebenen Geſetze nach der Richtung bc wirkt, ſubſtituiret, und alsdann integriret.

Nimmt man an, daß ſich die beſchleunigende Kraft (λ) umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung (y^2) verhalte, und daß der Raum, durch welchen ſie den Körper in α in der erſten Sekunde treibt, $= \delta$ ſey, ſo wird ſie bey b ſo ſtark wirken, daß ſie den Körper in der erſten Sekunde den Weg $= \frac{\alpha^2 \delta}{y^2}$ zurück zu legen antreibt. Nun iſt die anziehende Kraft, welche den Körper in der erſten Sekunde durch den Raum $= g$ treibt, oder die Schwere der Körper auf unſerer Erde $= 1$, folglich iſt diejenige, welche ihn durch den Raum $\frac{\alpha^2 \delta}{y^2}$ treibt oder $\lambda = \frac{\alpha^2 \delta}{g y^2}$. Setzt man dieſen Werth von λ in die Gleichung (*), ſo ergibt ſich

$$\frac{\delta d y}{y^2} = \frac{\gamma^2 d \beta^2}{2 \beta^3},$$ und das Integral hiervon

$$\frac{\delta}{y} = \frac{\gamma^2}{4 \beta^2} + \text{Conſt.}$$

Im Fall $y = \alpha$ wird, ſo wird auch $\beta = \alpha$, wie dieß bey a erfolget, wo $ca = \alpha$ ſo wohl Radius Vektor, als auch ſenkrechte Linie auf die Tangente durch a iſt; alsdann wird

$$\frac{\delta}{\alpha} = \frac{\gamma^2}{4 \alpha^2} + \text{Conſt.}$$ und

$$\text{Conſt.} = \frac{\delta}{\alpha} - \frac{\gamma^2}{4 \alpha^2},$$ folglich das vollſtändige Integral

$$\frac{\delta}{y} = \frac{\gamma^2}{4 \beta^2} + \frac{\delta}{\alpha} - \frac{\gamma^2}{4 \alpha^2}.$$

Hieraus findet man den Werth von

$$y = \frac{4 \alpha^2 \delta \beta^2}{(4 \alpha \delta - \gamma^2) \beta^2 + \gamma^2 \alpha^2},$$ und ferner

$$(4 \alpha \delta - \gamma^2) \beta^2 y + \gamma^2 \alpha^2 y = 4 \alpha^2 \delta \beta^2$$ und

$$(4 \alpha \delta - \gamma^2) \beta^2 y + \gamma^2 \alpha^2 y - 4 \alpha^2 \delta \beta^2 = 0,$$ und

$$\beta^2 y - \frac{4 \alpha^2 \delta}{4 \alpha \delta - \gamma^2} \beta^2 + \frac{\gamma^2 \alpha^2}{4 \alpha \delta - \gamma^2} \cdot y = 0$$

Nach

Nach Principien der höhern Geometrie iſt nun

$$\beta^2 y - a\beta^2 + \tfrac{1}{4} a p y = 0$$

eine allgemeine Gleichung der Kegelſchnitte, deren Axe $= a$, und deren Parameter $= p$ iſt, wenn die Ordinaten y aus dem Brennpunkte genommen werden, und die ſenkrechten Linien β aus dem Brennpunkte auf die Tangente bedeuten. Wenn ſich folglich die beſchleunigende Kraft nach c umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhält, ſo erhellet hieraus, daß die Bahn, welche die Körper durchlaufen, allemahl ein Kegelſchnitt ſeyn müſſe, deſſen Brennpunkt im Mittelpunkt der Kräfte liegt, die große Axe $= \frac{4\alpha^2\delta}{4\alpha\delta - \gamma^2}$, und deſſen Parameter $= \frac{\gamma^2\alpha^2}{4\alpha\delta - \gamma^2} : \frac{1}{4} a = \frac{\gamma^2}{\delta}$ iſt. Es wird dieſer Kegelſchnitt

eine **Ellipſe**, wenn $4\alpha\delta > \gamma^2$ oder die Axe poſitiv

eine **Hyperbel**, wenn $4\alpha\delta < \gamma^2$ oder die Axe negativ

eine **Parabel**, wenn $4\alpha\delta = \gamma^2$ oder die Axe unendlich groß

ein **Kreis**, wenn $2\alpha\delta = \gamma^2$ oder die Axe dem Parameter gleich iſt.

Wenn z. B. der Mond in der Erdferne a ſich befindet, wo er ungefähr 63 Erdhalbmeſſer von der Erde entfernet iſt, ſo wird man aus der Umlaufszeit des Mondes und der Größe des Erdhalbmeſſers nach der mittleren Geſchwindigkeit finden können, daß er in einer Sekunde Zeit ungefähr 3140 pariſ. Fuß in ſeiner Bahn fortgehe. Es wird folglich die Erde den Mond mit einer Kraft von $\frac{1}{3780}$ anziehen, und ihn daher in einer Sekunde $\frac{15}{3780} = \frac{1}{245}$ pariſ. Fuß gegen die Erde treiben. Nimmt man nun den Erdhalbmeſſer $= 19631610$ pariſ. Fuß an, ſo hat man

$$\left.\begin{array}{l}\alpha = 60 . 19631610 \\ \gamma = 3140 \\ \delta = \frac{1}{245}\end{array}\right\} \text{pariſ. Fuß}$$

folglich $4\alpha\delta = 252 . \frac{1}{245} . 19631610$ ungefähr 19631610

$$\gamma^2 = 9859600.$$

 Da

Da nun $4\alpha\delta > \gamma^2$, ſo iſt die Mondsbahn eine Ellipſe. Nun iſt $2\alpha\delta = 9865805$, alſo ſehr wenig von γ^2 verſchieden, und es kann folglich die Mondsbahn nicht viel von einem Kreiſe abweichen. Wenn daher der Mond gegen die Erde im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung gravitiret, und in der Erdferne mit einer Geſchwindigkeit von 3'40 pariſ. Fuß in einer Sekunde in ſeiner Bahn fortgehet, ſo muß er ſich in einer Ellipſe, welche von einem Kreiſe ſehr wenig abweicht, bewegen, in deren einem Brennpunkte die Erde liegt. Vermöge **Keplers** Beobachtungen, welche ſich nachher noch mehr beſtätiget haben, beweget er ſich wirklich um die Erde in einer ſolchen Ellipſe, und überhaupt erfolget bey dem Monde alles, was bey dieſer Rechnung vorausgeſetzet iſt, mithin iſt auch die größte Wahrſcheinlichkeit vorhanden, daß alle angenommene Vorausſetzungen wirklich ſo ſind.

Bey allen übrigen Planeten, welche ſich um die Sonne bewegen, läßt ſich auf eine ähnliche Art darthun, daß ihre Bahnen Ellipſen ſind, in deren einem Brennpunkte die Sonne liegt, und wobey $2\alpha\delta$ um etwas weniges größer als γ^2 iſt. Folglich ſind alle dieſe Planetenbahnen Ellipſen, welche von Kreiſen wenig abweichen.

Wäre die Gleichung für die Kegelſchnitte gegeben, ſo läßt ſich ſehr leicht umgekehrt der Satz wieder finden, daß bey Centralbewegungen, wenn der Mittelpunkt der Kräfte mit dem Brennpunkte zuſammenfällt, ſich die Centripetalkraft umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung verhalten müſſe. Wenn daher die Planeten in elliptiſchen Bahnen um die Sonne, welche im Brennpunkte liegt, ſich bewegen, ſo müſſen ſie auch alle gegen die Sonne gravitiren, und kein anderes Geſetz als eben das genannte befolgen. Weil bey einer jeden krummlinigen Bewegung eines Körpers nothwendig eine äußere Kraft unaufhörlich auf ihn wirken muß, ſo iſt man auch ſchlechterdings genöthiget, in dem Körper, um welchen ſich ein anderer central beweget, eine Kraft anzunehmen, welche ihn in ſeiner erhaltenen geradlinigen Bahn ablenket,

lenket, und dieſe muß folglich eine anziehende Kraft ſeyn, welche in die Ferne wirket. Wäre demnach die Bahn des um einen andern bewegten Körpers eine Ellipſe, in deren Brennpunkte der andere Körper liegt, ſo muß nothwendig die Anziehung immer ſtärker werden, je näher der bewegte Körper dem Brennpunkt kömmt. Es ſcheinet alſo, daß endlich der bewegte Körper den Brennpunkt ein Mahl erreichen müſſe. So wird ſich nämlich (fig. 75.) der Körper in ſeiner krummlinigen Bahn deſto mehr dem Brennpunkte c als dem Mittelpunkte der Kräfte nähern, je weniger er von l entfernet iſt. In der Stelle l muß aber auch die Anziehung gegen c am ſtärkſten ſeyn, weil alsdann der Körper in ſeiner Bahn von c die kleinſte Entfernung hat. Von hier an ſcheint es nun unbegreiflich zu ſeyn, daß ſich der bewegte Körper von dem Mittelpunkte der Kräfte wieder entfernen könne. Allein es läßt ſich zeigen, daß die Kraft nach der Richtung l m oder die ſo genannte Schwungkraft die Centripetalkraft überwiege, und daß folglich der Körper in der Stelle l ſich wieder von dem Mittelpunkte der Kräfte c entferne, mithin die vermeinte Unbegreiflichkeit nur ſcheinbar iſt. Wenn man die beyden Stellen a und l, welche mit dem Mittelpunkte der Kräfte in gerader Linie liegen, betrachtet, ſo werden die Tangenten der krummen Bahn mit den Radii Vektoren rechte Winkel machen. Unter dem Artikel **Centralkräfte** wird nun erwieſen werden, daß die Schwungkraft in den Stellen a und l **dem Quadrate der Geſchwindigkeit durch das doppelte Produkt des Radius Vektor in g dividiret gleich ſey.** Folglich iſt die Schwungkraft

$$\text{in } a = \frac{\gamma^2}{2\alpha g} \text{ und}$$

$$\text{in } l = \left(\frac{\gamma \cdot ac}{cl}\right)^2 : 2cl.g = \frac{\gamma^2 \alpha^2}{2y^3 g}.$$

Beyde verhalten ſich zu einander wie $\frac{1}{\alpha^3} : \frac{1}{y^3}$ oder **umgekehrt wie die Würfel der Entfernungen.** Aus der

allgemeinen Gleichung für die Centralbewegungen erhellet: daß alsdann die Bahn ein Kreis ſeyn müßte, wenn $2\alpha\delta = \gamma^2$. Dieß gibt $\frac{\gamma^2}{2\alpha g} = \frac{\delta}{g} = \lambda$, und daraus iſt klar, daß in jeder Stelle der kreisförmigen Bahn die Schwungkraft der Centripetalkraft gleich ſey, und daß ſich folglich der Körper weder dem Mittelpunkte der Schwere nähern noch ſich von ihm entfernen könne. Soll ſich demnach der Körper von a aus dem Mittelpunkte der Schwere nähern, ſo muß offenbar $\frac{\gamma^2}{2\alpha g} > \frac{\delta}{g}$ oder $\frac{\gamma^2}{2\alpha} > \delta$ ſeyn. Kömmt nun der Körper in ſeiner Bahn in die Stelle 1, ſo verwandelt ſich

$\frac{\gamma^2}{2\alpha}$ in $\frac{\gamma^2\alpha^2}{2y^3}$ und

δ in $\frac{\delta\alpha^2}{y^2}$.

daß der erſte Ausdruck größer wie der zweyte ſey, findet man, wenn man ſtatt y ſeinen Werth $= \frac{\alpha\gamma^2}{4\alpha\delta - \gamma^2}$ ſubſtituiret, und $\delta > \frac{\gamma^2}{2\alpha}$ annimmt. Es iſt alſo die Schwungkraft in 1 größer als die Centripetalkraft, und es muß ſich folglich der Körper von c zu entfernen anfangen.

Es ſey z. B. $ac = \alpha = 150$, $\gamma = 2$, $\delta = \frac{1}{15}$, oder es werde ein Körper, welcher von dem Mittelpunkte der Kräfte um 150 Theile entfernet iſt, gegen c ſo ſtark getrieben, daß er in der Zeit 1 für ſich um $\frac{1}{15}$ Theil fortgehen würde; auch beſitze er in a eine bewegende Kraft, in eben der Zeiteinheit in der auf ac ſenkrechten Richtung durch 2 Theile fort zu rucken; ſo iſt $4\alpha\delta = 4 . 150 . \frac{1}{15} = 40$; $\gamma^2 = 4$, und daher $4\alpha\delta > \gamma^2$, und der Körper wird in einer elliptiſchen

ſchen

ſchen Bahn ſich bewegen, wovon die Axe $= \frac{4\alpha^2\delta}{4\alpha\delta - \gamma^2} = \frac{4 . 22500 . \frac{1}{15}}{40 - 4} = 166\frac{2}{3}$, und der Parameter $= \frac{\gamma^2}{\delta} = 4 : \frac{1}{15} = 60$, und $cl = 16\frac{2}{3}$ ſeyn wird. Ferner iſt die Schwungkraft bey $a = \frac{\gamma^2}{2\alpha g} = \frac{4}{300 g} = \frac{1}{75 . g}$, und daher kleiner als $\frac{\delta}{g} = \frac{1}{15 g}$; alſo wird ſich auch der Körper von a aus dem Mittelpunkte der Kräfte c beſtändig nähern. Iſt er aber in l angekommen, ſo iſt nun ſein Abſtand von c oder cl 9 Mahl kleiner als ac, und die Schwungkraft 1029 Mahl, die Centripetalkraft $5\frac{2}{5}$ Mahl ſtärker als bey a, alſo wird jene $\frac{1629}{75 . g}$ und dieſe $= \frac{9}{25 . g}$ ſeyn. Es iſt folglich hier die Schwungkraft viel ſtärker als die Centripetalkraft, und der Körper wird ſich wieder von c entfernen.

Hieraus ſieht man zugleich ein, daß der Brennpunkt c von a der entferntere, wenn $2\alpha\delta > \gamma^2$, hingegen von a der nähere Brennpunkt der Ellipſe von $2\alpha\delta < \gamma^2$, und c der Mittelpunkt eines Kreiſes ſey, wenn $2\alpha\delta = \gamma^2$ iſt.

Will man die Umlaufszeit eines Körpers, welcher ſich central beweget, beſtimmen, ſo läßt ſich dieſe aus der eben angegebenen Differenzialgleichung $\varphi dt = dſ$ finden. Setzt man nähmlich Statt φ den Werth $\frac{\alpha\gamma}{\beta}$, ſo verwandelt ſich jene Gleichung in $dſ = \frac{\alpha\gamma}{\beta} . dt$, und $dt = \frac{\beta dſ}{\alpha\gamma}$. Nun iſt $\frac{1}{2} \beta dſ = \frac{1}{2} ce . bg$ = dem Dreyecke cbg dem Elemente des Sektors acb, mithin

$$\frac{1}{2} dt = \frac{d . acb}{\alpha\gamma}, \text{ und } dt = \frac{2 d . abc}{\alpha\gamma}$$

und das Integral davon $= t = \frac{2 abc}{\alpha\gamma} + Const.$

 Für

Für $t = o$, wird auch $abc = o$, mithin auch $Conſt. = o$, und daher das vollſtändige Integral $t = \frac{2.abc}{\alpha\gamma}$, d. h. die Zeit t, binnen welcher der Körper den Bogen ab durchläuft, iſt dem doppelten Sektor abc durch $\alpha\gamma$ dividiret gleich, oder die ganze Umlaufszeit iſt der doppelten elliptiſchen Fläche durch $\alpha\gamma$ dividiret gleich. Vermöge der Lehren der höhern Geometrie iſt aber die Fläche einer Ellipſe, deren Axe $= a$ und deren Parameter $= p$ iſt, $= \frac{1}{4}\pi a\sqrt{a}\sqrt{p}$, oder, weil $p = \frac{\gamma^2}{\delta}$, $= \frac{\frac{1}{4}\pi a.\gamma\sqrt{a}}{\sqrt{\delta}}$, folglich die Umlaufszeit in der elliptiſchen Bahn

$$\frac{2.\frac{1}{4}\pi a\gamma\sqrt{a}}{\alpha\gamma\sqrt{\delta}} = \frac{\pi a\sqrt{a}}{2\alpha\sqrt{\delta}}$$

und zwar in ſolchen Zeittheilen, wovon der eine zur Beſtimmung von δ zur Einheit angenommen iſt.

Es ſey z. B. wie vorhin $\alpha = 150$, $\delta = \frac{1}{15}$ in 1 Sekunde und $a = 166\frac{2}{3}$, ſo iſt die Umlaufszeit des Körpers in der elliptiſchen Bahn $= \frac{3{,}1416.166\frac{2}{3}\sqrt{166\frac{2}{3}}}{2.150.\sqrt{\frac{1}{15}}} = 2$ Stunden, 20 Minuten, 4,3 Sekunden.

Nimmt man an, daß von einerley Mittelpunkte der Kräfte zwey verſchiedene Körper in verſchiedenen Abſtänden angezogen werden, ſo ſetze man den Abſtand des erſtern $= \alpha$ und den des andern Körpers Δ; ferner bezeichne man die Wege, welche ſie vermöge dieſer Anziehung binnen einer gewiſſen beſtimmten Zeit durchlaufen müßten, $= \delta$ und ρ, ſo werden ſich dieſe Wege nach der Vorausſetzung umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen von dem Mittelpunkte der Kräfte verhalten, oder $\delta : \rho = \Delta^2 : \alpha^2$, oder $\sqrt{\delta} : \sqrt{\rho} = \Delta : \alpha$, mithin $\alpha\sqrt{\delta} = \Delta\sqrt{\rho}$. Bewegen ſich nun dieſe Körper in Ellipſen, deren Axen a und ε und deren Umlaufszeiten T und t bedeuten, ſo hat man

$$T = \frac{\pi a\sqrt{a}}{2\alpha\sqrt{\delta}} \text{ und } t = \frac{\pi\varepsilon\sqrt{\varepsilon}}{2\Delta\sqrt{\rho}} = \frac{\pi\varepsilon\sqrt{\varepsilon}}{2\alpha\sqrt{\delta}};$$

mit-

mithin $T:t = a\sqrt{a}:\varepsilon\sqrt{\varepsilon}$ oder $T^2:t^2 = a^3:\varepsilon^3$, d. h. die Quadrate der Umlaufszeiten derjenigen Körper, welche bey ungleichen Entfernungen in elliptiſchen Bahnen um einerley Mittelpunkt der Kräfte ſich bewegen, verhalten ſich wie die Würfel der großen Axen ihrer Bahnen. Dieſen wichtigen Satz hatte ſchon längſt Kepler bey dem Umlaufe der Planeten um die Sonne aus verſchiedenen Beobachtungen, welche vorzüglich Tycho de Brahe gemacht hatte, entdeckt, ehe noch der unſterbliche Newton die Geſetze der Centralbewegungen gefunden hatte.

Wenn man annimmt, daß der Körper, welcher in der Stelle b ſeiner Bahn von der Centripetalkraft $\lambda = \frac{\alpha^2 \delta}{g\,y^2}$ nach dem Mittelpunkte der Kräfte c getrieben wird, in dem Augenblicke von einer gewiſſen Höhe $= h$ mit der unveränderten Kraft λ aus der Ruhe herabfällt, ſo wird er am Ende des Falles durch die Wirkung der unveränderten Kraft λ eine Geſchwindigkeit bekommen haben, deren Quadrat $= 4g\lambda h$ iſt. Wenn dieſe Geſchwindigkeit eben ſo groß ſeyn ſoll, als der Körper in der Centralbewegung an der Stelle b wirklich hat, oder $= \varphi$, ſo muß nach dieſer Vorausſetzung

$$\varphi^2 = 4g\lambda h = \frac{4\alpha^2\delta}{y^2}.h = \frac{\alpha^2\gamma^2}{\beta^2}$$ ſeyn; mithin

$$h = \frac{\gamma^2 g^2}{4\delta\beta^2}.$$

Weil nun der Parameter des Kegelſchnittes $p = \frac{\gamma^2}{\delta}$ iſt, ſo hat man

$$h = \frac{p\,y^2}{4\beta^2},$$ welches gibt $h.\beta^2 = \frac{1}{4}p.y^2$.

Hieraus erhält man folgende Proportion:

$$\beta^2 : y^2 = \tfrac{1}{4}p : h,$$ d. h.

diejenige Höhe, von welcher der Körper mit der in b erhaltenen Centripetalkraft mit gleichförmig beſchleunigter Bewegung fallen müßte, um die Geſchwindigkeit zu bekommen,

die er in b wirklich hat, iſt die vierte Proportionalgröße zu β^2, y^2 und dem vierten Theile des Parameters der Bahn. Wenn $y = \beta$ d. i. im Scheitel des Kegelſchnittes, ſo iſt $h = \frac{1}{4}p$, d. h. im Scheitel hat der Körper eine Geſchwindigkeit, welche er durch den Fall des vierten Theils des Parameters erhalten würde. Wenn $y = \frac{1}{2}a$ folglich $\frac{1}{4}ap = \beta^2$, ſo wird $h = \frac{1}{4}a$, d. h. an beyden Enden der conjugirten Axe der Ellipſe hat der Körper eine Geſchwindigkeit, die er auch erhalten würde, wenn er von einer Höhe, welche dem vierten Theile der großen Axe gleich iſt, herabfiele. Dieſen Satz, welcher in der Lehre von der Centralbewegung verſchiedene Anwendungen zuläßt, hat **Zanotti** erfunden, und in der Schrift de viribus centralibus zuerſt bekannt gemacht [α]). Man findet ihn auch bey **Friſi** [β]) angeführet.

Wenn die krumme Linie, in welcher ſich ein Körper bewegt, ein Kreis und der Mittelpunkt der Kräfte der Mittelpunkt des Kreiſes iſt, ſo muß auch ſeine Geſchwindigkeit in allen Punkten desſelben gleich, folglich die Bewegung gleichförmig ſeyn. Denn vermöge des allgemeinen Satzes aller Centralbewegungen ſind die von den Radiis Vektoribus durchlaufenen Flächenraume gleich, wenn die Zeiten gleich ſind. Bey einem Kreiſe aber ſind dieſe Flächenräume lauter Sektoren desſelben, welchen bey gleichen Inhalten auch gleich große Bogen zu gehören. Es werden folglich auch in gleichen Zeiten gleich große Bogen beſchrieben, welches eben ſo viel iſt als die Bewegung iſt gleichförmig. Eben dieß folget auch aus der oben gefundenen Gleichung $\varphi = \frac{\alpha\gamma}{\beta}$, indem bey einem Kreiſe die ſenkrechte Linie aus dem Mittelpunkte der Kräfte auf die Tangente dem Halbmeſſer oder dem Radius Vektor gleich iſt; mithin $\alpha = \beta = y$ und daher $\varphi = \gamma$. Beym Kreiſe wird folglich der Halbmeſſer der Krüm-

α) Commentarii de Bononienſi ſcientiarum et artium inſtituto To. VII. 1791. 4.

β) de grauitate corporum vniuerſali libri III. Mediol. 1768. 4. maj. L. I. prop. XXXVII. coroll. 4. p. 106.

Krümmung $= \frac{\gamma^2 \alpha}{2 g \lambda \alpha} = \frac{\gamma^2}{2 g \lambda}$; ferner iſt nun dieſer Krümmungshalbmeſſer dem Halbmeſſer des Kreiſes ſelbſt gleich, folglich hat man

$$\alpha = \frac{\gamma^2}{2 g \lambda} \text{ und } 2 g \lambda \alpha = \gamma^2 \text{ und } \lambda = \frac{\gamma^2}{2 g \alpha}$$

d. h. **die Centripetalkraft eines Körpers in der Kreisbewegung iſt gleich dem Quotienten aus dem Quadrate des in der Zeiteinheit durchlaufenen Bogens durch das Produkt der gedoppelten Entfernung des Körpers von dem Mittelpunkte der Kräfte in g dividiret;** oder auch, **ſie iſt dem Quotienten aus dem Quadrate der Geſchwindigkeit durch das Produkt dieſer Entfernung vom Mittelpunkte mit g dividiret gleich.** Gerade ſo groß muß auch das Beſtreben des Körpers ſeyn, ſich vom Mittelpunkte der Kräfte zu entfernen, oder die Schwungkraft; denn beyde, die Centripetal- und die Schwungkraft, müſſen einander das Gleichgewicht halten, weil ſich der in der Kreisbewegung befindliche Körper dem Mittelpunkte der Kräfte weder nähert noch davon entfernet.

Weil bey der Kreisbewegung in gleichen Zeiten auch gleiche Bogen zurückgeleget werden, ſo läßt ſich die Umlaufszeit derſelben ſehr leicht finden. Man hat nämlich nur nöthig, den ganzen zurückgelegten Weg durch die Geſchwindigkeit zu dividiren, ſo wird der Quotiente die Umlaufszeit ſeyn. Weil alſo der Weg im Kreiſe $= 2\pi\alpha$, und die Geſchwindigkeit γ iſt, ſo hat man

$$\text{die Umlaufszeit} = \frac{2\pi\alpha}{\gamma}.$$

Wenn ein Körper mit unveränderter Kraft $= \lambda$ von einer gewiſſen Höhe $= h$ herabfallen ſoll, um die Geſchwindigkeit des in der Kreisbewegung begriffenen Körpers $= \gamma$ zu erhalten, ſo muß $h = \frac{p\, y^2}{4 \beta^2}$ ſeyn. Da aber beym

Kreiſe

Kreiſe $p = 2\alpha$, $\beta = y = \alpha$ iſt, ſo hat man $h = \frac{1}{2}\alpha$, d. h. die Höhe, von welcher der Körper mit beſchleunigter Bewegung herabfallen muß, um die Geſchwindigkeit, welche der Körper in der Kreisbewegung hat, zu erhalten, iſt der Hälfte des Halbmeſſers des Kreiſes gleich. Ferner wird aber auch $h = \frac{\gamma^2}{4g}$ ſeyn müſſen, mithin $4gh = \gamma^2$, und daher

$$\lambda = \frac{4gh}{2g\alpha} = \frac{2h}{\alpha}, \text{ d. h.}$$

die Schwungkraft iſt gleich dem Quotienten aus der gedoppelten der Geſchwindigkeit des Körpers im Kreiſe zugehörigen Höhe durch den Halbmeſſer des Kreiſes dividiret.

Wenn ein bewegter Körper in der elliptiſchen Bahn begriffen iſt, und man beſchreibt um den Mittelpunkt der Kräfte einen Kreis, deſſen Halbmeſſer der halben großen Axe der Ellipſe gleich iſt, und alsdann angenommen wird, daß der Körper in dieſem Kreiſe mit derjenigen Geſchwindigkeit beweget wird, welche er an beyden Enden der conjugirten Axe in der elliptiſchen Bahn hatte, ſo wird er dieſen Kreis in eben der Zeit durchlaufen, in welcher er die elliptiſche Bahn zurückleget. Denn weil beyde Bahnen um einerley Mittelpunkt der Kräfte gehen, ſo müſſen ſich auch die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Würfel der großen Axen verhalten. Weil nun aber die große Axe der Ellipſe dem Durchmeſſer des Kreiſes gleich iſt, ſo müſſen auch ihre Würfel, mithin die Quadrate der Zeiten, und folglich die Zeiten ſelbſt gleich groß ſeyn. Nun iſt ferner die Geſchwindigkeit im Kreiſe ſo groß, als ſie durch den freyen Fall des Körpers durch die Hälfte des Durchmeſſers, d. i. $\frac{1}{2}\alpha = \frac{1}{4}a =$ dem vierten Theile der großen Axe der Ellipſe entſtehen würde; aber die Geſchwindigkeit an den beyden Enden der conjugirten Axe der Ellipſe nicht eben ſo groß, als ſie der Fall durch $\frac{1}{4}a$ erzeugen würde, folglich ſind auch beyde Geſchwindigkeiten gleich groß.

Ich geſtehe gern, daß die bisherigen mathematiſchen Berechnungen einem gegründeten Tadel wegen einer gewiſſen Unvollkommenheit unterworfen ſind. Allein es würde eine ganz zweckwidrige Weitläuftigkeit geweſen ſeyn, alle diejenigen Kenntniſſe der höhern Geometrie zuförderſt zu entwickeln, welche bey der Theorie der Centralbewegungen unumgänglich nothwendig ſind. Gleichwohl konnten die vorzüglichſten Geſetze der Centralbewegungen nicht übergangen werden, weil hierauf die Geſetze der Gravitation oder der Anziehung der Körper in der Ferne beruhen. Man hat alſo hier ein Beyſpiel, daß der gründliche Phyſiker etwas mehr als Elementarkenntniſſe in der Mathematik beſitzen müſſe, wenn er die ſchönſte und erhabenſte Anwendung derſelben auf die bewundernswürdige Bewegung der Himmelskörper machen will. Eben hierdurch erwarb ſich **Newton** einen Ruhm, welchen noch die entfernteſte Nachwelt mit gebührendſter Schuldigkeit erkennen wird. Die Sätze **Newtons** beruhen ganz auf dieſem Satze. Die Planeten und Kometen laufen um die Sonne, und die Trabanten um die Hauptplaneten, nach den Geſetzen derjenigen Centralbewegung, wobey ſich die Centripetalkraft umgekehrt wie das Quadrat der Entfernungen verhalten müſſe. Die Bewegungen der Himmelskörper ſind als wirkliche Centralbewegungen, und die beſchleunigende Kraft verhält ſich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernungen vom Mittelpunkte. Daraus folgt, daß alle Planeten von der Sonne und alle Nebenplaneten von den Hauptplaneten angezogen werden, und zwar um deſto ſtärker, je kleiner das Quadrat der Entfernung von der Sonne und von den andern Körpern iſt. **Newtons** Syſtem, welches ganz auf richtigen Beobachtungen, und daraus gemachten unbezweifelten Rechnungen beruhet, wird ganz unerſchütterlich bleiben, wenn ſich auch gleich welche gefunden haben, von denen es von Zeit zu Zeit iſt beſtritten worden.

Daß die Centralbewegungen eine Wirkung der urſprünglich anziehenden Kräfte der Himmelskörper gegen einander iſt, iſt ſchon unter dem Artikel **Attraktion** gezeiget worden.

den. Nach dem atomiſtiſchen Syſtem muß man freylich eine äußere Urſache ſuchen, welche die Körper gegen einander antreibet, und wovon unter dem Artikel **Grundkräfte** weiter gehandelt werden ſoll.

Centralfeuer (ignis centralis, feu central). Verſchiedene Naturforſcher verſtehen darunter dasjenige Feuer, welches in dem Innern unſerer Erde eingeſchloſſen iſt, und den mittleren Raum derſelben einnimmt.

Die ältern Phyſiker hatten die Meinung, daß ein immerwährendes Feuer in der Mitte der Erde brenne, und ſuchen hieraus verſchiedene Phänomene herzuleiten, wenn es nämlich Gelegenheit fände, irgendwo hervorzubrechen. Allein es iſt gegen dieſe Meinung ſchon längſt der nicht ungegründete Einwurf gemacht, daß kein Feuer ohne Luft und Nahrung Statt finden könne. Vielmehr ſcheinen andere Gründe die Veranlaſſung zu geben, daß das Innere der Erde aus einer weit feſtern Maſſe, als die äußere Rinde derſelben beſtehe. Die Vulkane und die warmen Quellen, welche an verſchiedenen Orten der Erde entſpringen, geben gar keinen Beweis für das Daſeyn des Centralfeuers ab. Sie zeigen bloß, daß in der Erdrinde durch den Zugang der Luft in unterirrdiſchen Höhlen Feuer und Wärme entſtehen können, welches aber gewiß den Nahmen Centralfeuer nicht verdient. ſ. **Vulkane.**

Dieſer Begriff vom Centralfeuer iſt in der Folge der Zeit dahin abgeändert worden, daß man darunter eine der Erde eigene Wärme in dem Innern derſelben verſtand. In dieſer eigenen Wärme der Erde ſuchte man vorzüglich einen Grund mit von dem Unterſchiede der verſchiedenen Klimaten und der Abwechſelungen der Wärme und Kälte in den verſchiedenen Jahreszeiten, weil die Sonne allein nicht vermögend ſey, dieſen Unterſchied zu bewirken.

Der Herr von **Mairan** *) hat dieſen Gegenſtand weitläuftig abgehandelt. Einen großen Theil der Wärme unſerer

*) Mémoire ſur la cauſe générale du froid en hiver et de la chaleur en été in den mém. de l'Acad. roy. des ſci. 1719. p. 124. nouvelles

ſerer Erde ſchreibt er einem unterirdiſchen Feuer oder Centralfeuer zu, und nennt denſelben die **Grundwärme** (chaleur interne et permanente), weil allemahl höher liegende Gegenden ungleich kälter als tiefer liegende ſind, und in einer gewiſſen mäßigen Tiefe unter der Oberfläche der Erde eine nicht unbeträchtliche Wärme anzutreffen iſt, auch nie der Froſt, ſelbſt in den kälteſten Wintern, tief in die Erde dringt, und das Meerwaſſer in der Tiefe nirgends gefrieret. Er berechnet ſogar, daß dieſe Wärme in der Breite von Paris 393 Mahl größer als diejenige Wärme iſt, welche die Sonne allein am kürzeſten Tage hervorbringt. Er glaubt die Erde ſey anfänglich flüſſig geweſen, und erſt durch die Sonnenwärme auf der Oberfläche gehärtet worden. Weil nun die Sonnenwärme auf eine ungleiche Art gewirket habe, und durch die Verhärtung der Erdrinde gegen die Linie zu die eingeſchloſſene Wärme mehr zurückgehalten worden als gegen die Pole, ſo ſey auch die Grundwärme unter dem Aequator am ſtärkſten. Obgleich die Hypotheſe von der ungleichen Verhärtung der Erdrinde durch die Sonnenwärme unwahrſcheinlich iſt, ſo iſt doch nicht zu läugnen, daß in einer gewiſſen Tiefe unter der Oberfläche der Erde gar keine Veränderungen der Wärme und Kälte Statt finden, wie z. B. in den tiefen Kellern der pariſer Sternwarte, wo das reaumüriſche Thermometer unverändert auf 10 Grad über dem Gefrierpunkte ſtehet. Aus dieſen Erfahrungen ſcheint alſo zu folgen, daß in der Tiefe der Erde eine gewiſſe beſtimmte Wärme angetroffen werde, welche nicht, wie die äußere, abwechſelnden Veränderungen unterworfen iſt. Ob aber dieſe Wärme, nach der Meinung des Herrn **Mairan**, in größern Tiefen zunehme, folglich in dem Mittel der Erde eine ſehr große Hitze Statt finde, wovon die Wärme der ganzen Erde herrühre, dieß iſt nicht glaublich, oder muß wenigſtens unentſchieden

velles recherches ſur la cauſe générale du chaud en été et du froid en hiver en tant qu'elle ſe lie à la chaleur interne et permanente de la terre. à Paris 1768. gr. 4.

ſchieden bleiben, weil wir nicht vermögen, ſo tief in die Erde einzudringen, um mit Gewißheit entſcheiden zu können. Ueberhaupt ſcheint es gar nicht möglich zu ſeyn, etwas Beſtimmtes von der Wärme unſerer Erde feſtzuſetzen, da im Innern derſelben Revolutionen vorgehen können, welche eine ſehr ſtarke Hitze erzeugen, die ſich in der Erde weit verbreitet, und von derſelben nicht ſo leicht wieder verloren gehet. Es iſt daher gar nicht unwahrſcheinlich, daß dadurch nach und nach die Wärme der Erde ſich ſo gleichförmig vertheile, daß ſie in einer gewiſſen Tiefe einen beſtändigen Grad zeige, ob ſie gleich durch andere Nebenumſtände vermindert und noch mehr vergrößert werden kann. Auch die Sonnenwärme muß einen großen Einfluß auf die Erde haben, und **Aepinus** *) gibt als wahrſcheinlich an, daß das Innere unſerer Erde allein durch die Wärme der Sonnenſtrahlen, welche von der Schöpfung an beynahe die halbe Oberfläche derſelben beſtändig beſchienen habe, endlich wenigſtens diejenige Wärme habe bekommen müſſen, welche ſie nach einer ſo langen Zeit anzunehmen fähig geweſen ſey. Durch die von der Sonne erwärmte Stellen werde die überall ſich verbreitende Wärme den innern Theilen der Erde eingetheilet, und da dieſe die Wärme nicht ſo leicht fahren laſſe als die äußere Rinde, ſo könne auch nach und nach eine gleichförmige Wärme entſtehen, von welcher man zwar nicht wiſſe, was ſie für einen Grad erreichet habe, oder ob ſie noch zunehme, welche aber doch wegen ungleicher Verbreitung auf die Klimate einen Einfluß habe.

Es hat noch verſchiedene Naturforſcher gegeben, welche ein eigentliches Centralfeuer angenommen haben, wie z. B. der Graf **de Büffon, Anton Lazaro Moro, von Juſti** u. a. welches durch ſeine Wirkung auf unterſchiedene Art unſere Erde gebildet habe. Es gründet ſich dieß aber vorzüglich auf Lieblingsideen von der Entſtehung der Erde, wovon mit mehreren unter dem Artikel **Erdkugel.**

M.

*) Cogitat. de diſtributione caloris per tellurem.

M. ſ. **Torb. Bergmann** phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel durch **Röhl** B. II. §. 141. 142. **Erxleben** Anfangsgründe der Naturlehre mit vielen Zuſätzen von **Lichtenberg** §. 763.

Centralkräfte (vires centrales, forces centrales) nennt man diejenigen Kräfte, welche den bewegten Körper bey den Centralbewegungen in ſeiner Bahn erhalten.

Man nimmt gewöhnlich zwey Kräfte an, welche die Centralbewegungen bewirken, nämlich die **Centripetalkraft**, welche den Körper beſtändig nach einerley Punkt, den Mittelpunkt der Kräfte, hintreibt, und die **Centrifugalkraft, Fliehkraft, Schwungkraft** (vis centrifuga), welche ihn von dem Mittelpunkt der Kräfte beſtändig ablenkt.

Wenn ein Körper von irgend einer Kraft in Bewegung geſetzet wird, ſo verändert ſich in jedem Augenblicke ſeiner geradlinigen Bahn ſein äußeres Verhältniß gegen andere Objekte. Iſt nämlich der geradlinige Weg des bewegten Körpers (fig. 77.) nach der Richtung der Tangente ab auf ac ſenkrecht, ſo wird die anfängliche Entfernung ac des Körpers a von dem Punkte c in die Enfernug cb verändert, oder es wird $ac = cg$ um gb vergrößert. Es läßt ſich gb aus dem Abſtande $ca = \alpha$, der Geſchwindigkeit $= \gamma$ und der Zeit durch ab, welche hier als unendlich klein angenommen wird oder $= dt$ finden. Weil ag ein ſehr kleiner Bogen iſt, ſo ziehe man ge mit ab und fg mit ea parallel, und es wird $fg = ea$ ſehr wenig von gb verſchieden ſeyn, ſo daß man ohne merklichen Fehler $gb = gf = ea$ ſetzen kann, mithin kann auch ag als die Diagonale des Parallelogramms aegf betrachtet werden, und überhaupt läßt ſich $ab = ag$ ſetzen. Nun hat man nach trigonometriſchen Rechnungen $ca . ea = 2 (\text{ſin.} \frac{1}{2} ag)^2 = 2 (\frac{1}{2} ag)^2 = \frac{1}{2} ag^2$, weil ag ſehr klein, mithin der Sinus von ag mit dem Bogen ſelbſt beynahe gleich groß iſt. Hieraus findet man

$$ea = gb = \frac{ag^2}{2 . ca} = \frac{\gamma^2 dt^2}{2\alpha},$$ d. h. der Körper wird, wenn ca mit ſeiner Bahn rechte Winkel macht, durch die

Fortſetzung ſeiner vorigen Bewegung in der unendlich kleinen Zeit dt von dem Punkte c um den Raum $\frac{\gamma^2 dt^2}{2\alpha}$ entfernet. Nimmt man dieſe Entfernung als Wirkung einer Kraft an, ſo läßt ſich dieſe mit der Centripetalkraft oder der Kraft der Schwere $= 1$ vergleichen. Nimmt man nämlich ſtatt der unendlichen Zeit dt eine ſehr kleine endliche Zeit $= t$ an, in welcher die Kraft der Schwere den Körper durch den Raum gt^2 treibt, ſo wird jene Kraft den Körper durch den Raum $\frac{\gamma^2 t^2}{2\alpha}$ treiben, und man hat

$$gt^2 : \frac{\gamma^2 t^2}{2\alpha} = 1 : \text{zu ſuchenden Kraft oder}$$

$$g : \frac{\gamma^2}{2\alpha} = 1 : \frac{\gamma^2}{2\alpha g}.$$

Eben dieſe Kraft, welche man als die Urſache der Entfernung des Körpers von c annimmt, wird die **Centrifugalkraft, Fliehkraft** oder **Schwungkraft** um c genannt. Die Größe dieſer Kraft hängt allemahl von der Geſchwindigkeit und von dem Abſtande des Punktes c ab. Es wird aber beſtändig vorausgeſetzet, daß der Punkt c, auf welchen ſich die Kraft beziehet, in einer auf der Bahn ſenkrechten Linie liege. Wäre alſo c der Mittelpunkt der Kräfte bey der Centralbewegung, folglich $ca = \alpha$ der Radius Vektor; ſo ergibt ſich daraus das Geſetz: **in den Stellen, wo der Radius Vektor mit der Bahn rechte Winkel machet, iſt die Fliehkraft um den Mittelpunkt der Kräfte gleich dem Quotienten aus dem Quadrate der Geſchwindigkeit durch das doppelte Produkt des Radius Vektor in g dividiret.** Wenn c ſelbſt der Mittelpunkt des Krümmungskreiſes iſt, mithin ca allemahl auf der Bahn des Körpers ſenkrecht, ſo iſt alsdann $ca = \alpha$ der Krümmungshalbmeſſer, und man erhält den allgemeinen Satz: **Die Schwungkraft um den Mittelpunkt des Krümmungskreiſes iſt gleich dem Quotienten aus**

dem **Quadrate der Geſchwindigkeit durch das gedoppelte Produkt des Krümmungshalbmeſſers in g dividiret** Iſt die Bahn des Körpers ſelbſt ein Kreis, deſſen Mittelpunkt c, ſo iſt die Fliehkraft um den Mittelpunkt in jeder Stelle $= \frac{\gamma^2}{2 a g}$.

Bey der Centralbewegung kann alſo der Körper bey gleicher Geſchwindigkeit und an einerley Stelle der Bahn verſchiedene Centrifugalkräfte beſitzen, nachdem ſein Schwung um verſchiedene in der Normallinie liegende Punkte als Mittelpunkte der Kräfte betrachtet wird. So iſt in der Stelle (fig. 75.) a die Schwungkraft des Körpers um $c = \frac{\gamma^2}{2g.ac}$, und in eben der Stelle a um den Punkt $l = \frac{\gamma^2}{2g.al}$ u. ſ. f. In ſolchen Fällen verhalten ſich nun die Schwungkräfte zu einander umgekehrt wie die Entfernungen dieſer Punkte von a, alſo hier, die Schwungkraft um c zu der um l wie al : ac. Allein hieraus ſcheint mir doch nicht zu folgen, wie verſchiedene Naturlehrer behaupten, daß die Schwungkraft mehr eine mathematiſche Idee, als etwas wirklich phyſiſch Vorhandenes ſey. Ich bin vielmehr der Meinung, daß die Schwungkraft eine wirkliche in der Natur exiſtirende Kraft ſey, welche eben ſo, wie die Centripetalkraft ſtetig in jedem Augenblicke der Bahn wirkt.

Bey der Centralbewegung, wo der bewegte Körper in allen Stellen ſeiner Bahn von dem Mittelpunkte der Kräfte ungleich weit entfernet iſt, muß die Schwungkraft bald größer bald kleiner als die Centripetalkraft ſeyn, nachdem ſich der Körper vom Mittelpunkte der Kräfte bald mehr bald weniger entfernet. Es läßt ſich nämlich die Centripetalkraft (fig. 75.) nach der Richtung cf in zwey Kräfte zerlegen, deren eine nach der Richtung der Tangente gp, welche **Tangentialkraft** heißt, und die andere nach der Richtung fp auf die Bahn ſenkrecht wirken, welche die **Normalkraft** genannt

wird, und welche die Krümmung der Bahn bewirket. Dieſe letztere iſt der Centripetalkraft gerade entgegengeſetzt. Die Tangentialkraft wirkt ganz allein auf die Geſchwindigkeit des Körpers, derjenige Theil der Centripetalkraft aber, welcher auf der Bahn ſenkrecht iſt, oder die Normalkraft, wird von der Schwungkraft aufgehoben. Es ſey die Größe der Centripetalkraft durch fg, und die der Normalkraft durch fp ausgedruckt, ſo verhält ſich die Centripetalkraft nach der Richtung fc zur Normalkraft nach der Richtung fp $=$ fg : fp $=$ cb : ce $= y : \beta$, mithin iſt, wenn die Centripetalkraft $= \lambda$ geſetzet wird, die Größe der Normalkraft $= \frac{\lambda\beta}{y}$. Nimmt man den Krümmungshalbmeſſer $= \frac{\varphi^2 y}{2g\lambda\beta} = \varrho$, ſo iſt $\frac{\lambda\beta}{y}$ oder die Normalkraft $= \frac{\varphi^2}{2g\varrho}$. Es war aber auch nach dem vorigen die Schwungkraft nach dem Mittelpunkte des Krümmungskreiſes $= \frac{\varphi^2}{2g\varrho}$. Daher hebt dieſe die Normalkraft gerade auf. Es verhindert alſo die Normalkraft, daß ſich der Körper von dem Mittelpunkte des Krümmungskreiſes weiter entfernen oder den Krümmungskreis verlaſſen könne, vielmehr krümmt ſie an jeder Stelle die Bahn desſelben, welche ſonſt geradlinig nach der Tangente fortgienge.

Einige Naturforſcher wollen nicht zugeben, daß die Schwungkraft eine wirklich in der Natur exiſtirende Kraft ſey, ſondern ſie nehmen ſie als einen bloßen mathematiſchen Begriff an. Ein jeder ein Mahl in Bewegung geſetzte Körper ſetze nämlich ſeine Bewegung ſchon vermöge der Trägheit, ohne hierzu einer neuen Kraft nöthig zu haben, mit eben der Richtung und Geſchwindigkeit fort. Von derjenigen Kraft aber, welche die Bewegung im erſten Anfange hervorgebracht habe, und dem Urheber allein zu zuſchreiben ſey, könne die Rede jetzt nicht mehr ſeyn. So wie z. B. wenn ein Körper in horizontaler oder auch ſchiefer Richtung fortgeworfen

geworfen wird, derſelbe in ſeiner ein Mahl gehaltenen Bewegung fortgehe, ohne einer neuen Kraft zu bedürfen. Eben dieß ſey auch der Fall bey Himmelskörpern; dieſe wären anfänglich von einer unendlichen Kraft fortgeſtoßen oder geworfen, und müßten nun in alle Ewigkeit vermöge der Trägheit die anfängliche Bewegung nach einerley Richtung und mit gleicher Geſchwindigkeit fortſetzen. Es verhalte ſich alſo bey der freyen Centralbewegung die Sache ſo: ein Theil der Centripetalkraft werde auf Aenderung der Richtung, auf Krümmung des Weges verwendet, und habe er dieſe Wirkung hervorgebracht, ſo wirke er nun weiter nichts; dabey ſtelle man ſich vor, eine entgegengeſetzte Kraft habe ihn aufgezehret, und nenne dieſe Schwungkraft. Im Grunde ſey aber das, worauf er verwendet wurde, ein Theil der ſchon vorhandenen Bewegung, und daher eine Folge der Trägheit geweſen; und wenn man es Kraft nennen dürfe, ſo ſey es mit eben dem Rechte erlaubet, der Bewegung ſelbſt eine Kraft zu zuſchreiben, da man doch alles, was ſie bewirke, aus der Geſchwindigkeit erklären könne. Das Ungegründete im Begriffe der Schwungkraft erhelle ſehr leicht, wenn man folgende beyde Umſtände genau in Erwägung ziehen wolle: 1. ſoll ſich dieſe Kraft allemahl nach der Normallinie oder ſenkrecht auf die Richtung der Bahn erweiſen; 2. falle ihre Größe bald ſo bald anders aus, nachdem man ſie auf dieſen oder jenen Punkt der Normallinie beziehe. Eine Kraft im eigentlichſten Verſtande würde nicht allemahl nach der Normallinie wirken, und müſſe doch in jedem Falle ihre beſtimmte Größe haben, in welcher die zufällige Beziehung auf dieſen oder jenen Punkt nichts ändern könnte.

Alle dieſe Gründe, däucht mir, ſind nicht hinreichend, die Schwungkraft als etwas Imaginaires zu betrachten. Selbſt nach der atomiſtiſchen Lehrart kann ich mich nicht von dem Ungegründeten der Schwungkraft überzeugen. Es wird zugegeben, daß beym erſten Anfange der Bewegung der Körper durch eine Kraft fortgeſtoßen worden ſey; dieſe Bewegung ſoll nun aber in alle Ewigkeit, vermöge der Trägheit,

 fortge-

fortgeſetzet werden, die Centripetalkraft allein lenke den Körper in der Richtung ſeiner geradlinigen Bewegung in jedem Augenblicke oder ſtetig ab, und bewirke die krumme Bahn, und die Centripetalkraft ſey allein wahre Kraft zu nennen. Allein Trägheit kann nichts weiter bedeuten, als Lebloſigkeit der Körper, oder welches einerley iſt, die Körper für ſich haben keine innere Beſtimmung, Veränderungen, d. i. Bewegung aus Ruhe oder Ruhe aus Bewegung hervorzubringen. Würde alſo ein Körper durch irgend eine Kraft in Bewegung geſetzet, ſo würde auch daraus folgen, daß er mit unveränderter Richtung und Geſchwindigkeit vermöge der Trägheit in ſeiner Bahn fortgehen müſſe. So bald aber eine andere Kraft auf den in Bewegung begriffenen Körper nach einer andern Richtung wirket, ſo wird er nicht allein von ſeiner geradlinigen Bahn abgelenket, ſondern er wird auch von ſeiner Geſchwindigkeit gerade ſo viel verlieren, als die Kraft nach einer der geradlinigen Bahn des Körpers gerade entgegengeſetzten Richtung zu wirken vermag. Iſt alſo die Wirkung der Kraft auf den in geradliniger Bewegung begriffenen Körper ſtetig, ſo muß auch die Verminderung der Bewegung des bewegten Körpers ſtetig ſeyn. Bey der freyen Centralbewegung wirkt aber wirklich die Centripetalkraft auf den durch den Wurf in Bewegung geſetzten Körper ſtetig, folglich muß auch dadurch der geworfene Körper in ſeiner Geſchwindigkeit alle Augenblicke eine Verminderung erleiden. Geſetzt alſo auch, der Urheber hätte den Körper durch eine unendliche Kraft den Körper fortgeſtoßen oder fortgeworfen, ſo würde daraus folgen, daß er ſich ohne Aufhören dem Mittelpunkte der Kräfte nähere, und folglich eine Schneckenlinie beſchreiben müſſe. Soll alſo der Körper beſtändig in einerley krummlinigen Bahn ſich fortbewegen, ſo muß nothwendig eine andere Kraft in entgegengeſetzter Richtung eben ſo ſtetig auf ihn wirken, als die Centripetalkraft es thut. Die Schwungkraft iſt folglich eine wirklich in der Natur exiſtirende Kraft. Außerdem findet auch das Geſetz der Trägheit, daß nämlich ein Körper mit unveränderter

derter Richtung und Bewegung fortgehet, nur im leeren Raume, nicht aber im widerſtehenden Mittel Statt; in dieſem muß endlich ein Mahl die Bewegung wegen des Widerſtandes aufhören. Soll alſo die Bewegung im widerſtehenden Mittel ununterbrochen mit einerley oder auch bald mit einer geringern bald mit einer größern Geſchwindigkeit erfolgen, ſo muß auch eine äußere Kraſt auf den in Bewegung geſetzten Körper wirken. Noch erinnert Herr **Käſtner** *), daß wir gar nicht wiſſen, ob Bewegung aus Kraſt, oder Kraſt aus Bewegung folge. Daß die Schwungkraſt allemahl auf die Richtung der Bewegung nach der Normallinie wirken ſoll, iſt freylich mathematiſch, indem ja, wie bekannt, bey jeder Wirkung einer Kraſt, ſie mag in einer Richtung in welcher man will wirken, nur derjenige Theil als wirkſam betrachtet wird, deſſen Richtung auf der Fläche, mithin bey centralen Bewegungen auf der Bahn ſenkrecht iſt. Dieſe mathematiſche Idee iſt aber gar kein Grund, daß die Schwungkraſt imaginair ſey. Man nimmt ſelbſt nach der atomiſtiſchen Lehre an, daß alle in der freyen Centralbewegung begriffene Körper unter einander Anziehung beſitzen. So wird z. B. unſere Erde von der Sonne aber auch vom Monde angezogen. Es können alſo die Himmelskörper unter einander beſtändig eine ſolche Lage haben, daß die Anziehungen derſelben nach verſchiedenen Richtungen erfolgen, und daß dadurch ein Körper von einem andern angezogen, von andern aber abgezogen werde, ſo daß ſie den Körper gleichſam nachſchleppen, und dadurch eben die ſogenannte Schwungkraſt zu Wege bringen. Nach der dynamiſchen Lehrart iſt es ſchlechterdings nothwendig, daß ein bewegter Körper Kraſt beſitze, indem es ſonſt unmöglich iſt, daß irgend eine Kraſt auf die Bewegung eines Körpers wirken kann. Wegen der ſteten Einwirkung der Centripetalkraſt auf den central bewegten Körper aber müßte endlich die Kraſt, mithin auch die Bewegung, des bewegten Körpers verſchwinden, und folglich der Körper ſelbſt im Mittelpunkt der Kräfte

*) Höhere Mechanik. Abſchn. 2. §. 4.

zuſammentreffen, wenn nicht eine Kraft der Centripetalkraft entgegenwirkte. Ueberdieß findet nach dieſer Lehre auch das Ungeräumte nicht Statt, daß der Schöpfer bey der anfänglichen Bewegung allen den unzähligen Körpern einen Wurf gegeben habe, und daß ſie nach dieſer geworfenen Richtung bis in alle Ewigkeit fortgehen müßten. Schon die urſprünglich anziehenden Kräfte, welche ſich nach den Maſſen richten, und in die Entfernung unmittelbar wirken, ſind hinreichend, ſich von der Centralbewegung der Himmelskörper eine richtige Idee zu machen.

Mit den Körpern auf unſerer Erde läßt ſich eigentlich kein ſinnliches Beyſpiel geben, welches die freye Centralbewegung erläuterte, weil ſie allein von der Erde angezogen werden, und daher bey einer jeden Bewegung, welche von der Richtung der anziehenden Kraft verſchieden iſt, dem Zuge dieſer Kraft wieder folgen müſſen. So fällt eine geworfene Bombe wieder auf die Erde nieder. Eine kleine glatte Kugel an das Ende eines zarten Fadens gebunden, und ſie an dem andern feſt gemachten Ende des Fadens auf einem glatten Tiſche in einem Kreiſe herumgeführet, hat ebenfalls die Urſache einer freyen Centralbewegung nicht. Bey dieſer Kreisbewegung findet gar keine Centripetalkraft Statt, der geſpannte Faden verhindert nur, daß der Körper ſich von ſeiner kreisförmigen Bewegung entfernen kann. Es hat dieſe Kugel nur in ſo fern Schwungbewegung, in wie fern ſie von einer äußern Kraft zur Bewegung angetrieben worden iſt, und dadurch ſelbſt Kraft erhalten hat. Es wird daher auch dieſe Kugel, wenn die Bewegung im Kreiſe aufgehöret hat, ſich nicht nach dem Mittelpunkte hin bewegen. Dieß iſt aber keinesweges der Fall bey einer freyen Centralbewegung, wo der bewegte Körper nach einem gewiſſen beſtimmten Geſetz angezogen wird, und gewiß auch dieſem Zuge folgen würde, wenn jene Bewegung beſtändig geringer würde.

Wenn ſich die Centripetalkraft λ umgekehrt wie y^2 oder wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte

verhält,

verhält, ſo hat man $\lambda = \frac{\alpha^2 \delta}{y^2}$, und die Bahn ſelbſt iſt ein Kegelſchnitt (m. ſ. Centralbewegung), wo die Größe α die Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte oder den Radius Vektor an derjenigen Stelle der Bahn, wo er mit derſelben rechte Winkel macht, und δ den Weg bedeutet, welchen der Körper an dieſer Stelle der Bahn durch die Wirkung der Centripetalkraft in der erſten Sekunde zurücklegen würde. An eben dieſer Stelle iſt die Geſchwindigkeit der Bewegung $= \gamma$, an einer andern hingegen $= \varphi$.

Was die Normalkraft betrifft, ſo iſt dieſe, wie ſchon gezeiget worden, $= \frac{\varphi^2}{2g\varrho}$, wenn ϱ den Halbmeſſer der Krümmung bezeichnet, und ſie wirket ganz allein auf die veränderte Richtung der Bahn. Die Tangentialkraft nach der Richtung gp aber verhält ſich zu $\lambda = gp : fg = fg : bg = dy : dſ$, folglich die Tangentialkraft $= \frac{\lambda' dy}{dſ} = \frac{\lambda dy}{\varphi dt}$. Ihre Geſchwindigkeit, die ſie in der Zeit dt hervorbringt, iſt $d\varphi = \frac{2g\lambda dy}{\varphi}$. Noch iſt zu bemerken, daß die Tangentialkraft der Bewegung des Körpers ſo wohl entgegen, als auch mit ihr nach einerley Richtung wirken kann, nachdem der Radius Vektor im Abnehmen oder Zunehmen iſt.

Die Schwungkraft erfolget hier um Punkte, welche in der Normallinie liegen. Der vornehmſte von dieſen Punkten iſt der Mittelpunkt des Krümmungskreiſes. Um dieſen iſt die Schwungkraft $= \frac{\varphi^2}{2g\varrho}$, mithin allenthalben der Normalkraft gleich. Man muß nämlich in jedem Elemente der Bahn die Bewegung des Körpers als eine Kreisbewegung betrachten, deſſen Krümmungshalbmeſſer in jeder Stelle der Bahn ein anderer iſt. In dem Punkte α und 1 der Bahn, wo der Krümmungshalbmeſſer in die Axe des Kegelſchnittes

fällt,

fällt, kann die Schwungkraft um mehrere Punkte der Axe betrachtet werden. Sie iſt an der Stelle a um den Mittelpunkt der Kräfte $c = \frac{\gamma^2}{2g\alpha}$, und kleiner als λ, alſo wird hier der Körper von der Centripetalkraft mehr nach dem Mittelpunkte der Kräfte hingezogen, und er muß ſich demſelben nähern. In l hingegen iſt die Schwungkraft um c größer als die Centripetalkraft, und es muß ſich daher der Körper wieder vom Mittelpunkte der Kräfte entfernen, und ſo die andere Hälfte der Ellipſe durchlaufen.

Da nach den zuverläſſigſten Beobachtungen die Geſetze der Centralbewegungen mit den Geſetzen des Laufs der Planeten völlig übereinſtimmen, ſo iſt es gar keinem Zweifel mehr unterworfen, daß der Mond gegen den Mittelpunkt der Erde, die Nebenplaneten gegen ihre Hauptplaneten, und dieſe gegen den Mittelpunkt der Sonne getrieben werden, deren Stärke ſich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernungen verhält. In dieſer wechſelſeitigen Anziehung der Himmelskörper gegen einander liegt nun der Grund ihrer Bewegung, und man hat gar nicht nöthig anzunehmen, daß das vollkommenſte Weſen dieſen Körpern anfänglich ſtarke und ſchwache Stöße gegeben habe, nachdem ſie entweder eine Ellipſe oder eine Hyperbel oder einen Kreis beſchreiben ſollten.

Wenn die Bewegung der Körper im Kreiſe geſchiehet, ſo iſt die Centripetalkraft $= \frac{\gamma^2}{2g\alpha}$, wo γ die Geſchwindigkeit und α den Halbmeſſer des Kreiſes bedeutet (m. ſ. **Centralbewegung**). Eben ſo groß iſt aber auch die Schwungkraft, und daher iſt die Kreisbewegung gleichförmig, oder es werden in gleichen Zeiten gleiche Bogen von dem Körper zurückgeleget.

Bey der Kreisbewegung finden, außer den im Artikel **Centralbewegung** bewieſenen Geſetzen, noch folgende Statt:

1. Wenn zwey Körper zu ihren verſchiedenen Kreisumläufen gleiche Umlaufszeit gebrauchen, ſo verhalten ſich die Centri-

Centripetalkräfte wie die Halbmeſſer. Man hat nämlich (fig. 77.) ag:hl = ac:hc. Auch iſt $ae:hk = \frac{ag^2}{2.ac} : \frac{hl^2}{2.hc}$. Nimmt man den Halbmeſſer $ac = \alpha$, und den $hc = A$, ſo iſt auch $ag : hl = \alpha : A$, und es wird $ae : hk = \frac{\alpha^2}{2\alpha} : \frac{A^2}{2A} = \frac{1}{2}\alpha : \frac{1}{2}A = \alpha : A$.

2. Wenn zwey Körper mit verſchiedenen Geſchwindigkeiten einen Kreis durchlaufen, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten. Durchläuft nämlich der Körper in einer als Eins angenommenen Zeit den Kreisbogen ag, und der andere den Bogen am, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte wie $\frac{ag^2}{2.ac} : \frac{am^2}{2.ac} = ag^2 : am^2$. Sind nun $ag : am = A : \alpha$, ſo iſt auch $ag^2 : am^2 = A^2 : \alpha^2$. Da ſich ferner bey gleichen Zeiten die Wege wie die Geſchwindigkeiten verhalten, ſo werden ſich auch die Centripetalkräfte wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten.

3. Wenn zwey Körper in verſchiedenen Kreiſen mit gleichen Geſchwindigkeiten, folglich ungleichen Umlaufszeiten ſich bewegen, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte umgekehrt wie die Halbmeſſer. Durchläuft nämlich der eine Körper in der Zeit t den Bogen ag und der andere in eben der Zeit den Bogen $hn = ag$, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte $= \frac{ag^2}{2ac} : \frac{hm^2}{2.hc} = \frac{1}{2\alpha} : \frac{1}{2A} = \frac{1}{\alpha} : \frac{1}{A} = A : \alpha$.

4. Wenn zwey Körper in verſchiedenen Kreiſen mit ungleichen Geſchwindigkeiten und ungleichen Umlaufszeiten ſich bewegen, ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte wie die Quotienten der Halbmeſſer durch die Quadrate der Zeiten dividiret. Setzt man nämlich beyder Geſchwindigkeiten $= \gamma$ und G, und die Umlaufszeiten t und T, und die Kreisbogen Π und π, ſo

ſo verhalten ſich die Centripetalkräfte $= \frac{\gamma^2}{2.ac} : \frac{G^2}{2.ch} = \frac{\gamma^2}{ac} : \frac{G^2}{ch}$; nun iſt $\gamma = \frac{\Pi}{t}$ und $G = \frac{\pi}{T}$ folglich, $\gamma^2 = \frac{\Pi^2}{t^2}$ und $G^2 = \frac{\pi^2}{T^2}$; mithin verhalten ſich die Centripetalkräfte $= \frac{\Pi^2}{t^2.ac} : \frac{\pi^2}{T^2.ch}$; ferner iſt $\Pi^2 : \pi^2 = ac^2 : ch^2$, alſo auch die Centripetalkräfte $= \frac{ac^2}{t^2.ac} : \frac{ch^2}{T^2.ch} = \frac{ac}{t^2} : \frac{ch}{T^2}$.

Aus der Anwendung dieſer Geſetze auf wirkliche Körper laſſen ſich folgende Sätze herleiten:

1. Die Maſſen zwey ungleich ſchwerer Körper verhalten ſich zu einander wie die Schwungkräfte, wenn die Geſchwindigkeiten derſelben und ihre Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte gleich groß ſind. Denn hätte der eine Körper doppelt ſo viele Maſſe als der andere, ſo muß auch bey gleicher Entfernung vom Mittelpunkte die Centripetalkraft des erſtern doppelt ſo groß als die des andern Körpers ſeyn, folglich wird auch die Schwungkraft des erſtern doppelt ſo groß als die des andern ſeyn müſſen. Setzt man alſo die Maſſen M und m, und die Geſchwindigkeit $= \gamma$, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte $= \frac{M\gamma^2}{\alpha} : \frac{m\gamma^2}{\alpha} = M : m$.

2. Wenn die Maſſen und Umlaufszeiten zweyer Körper gleich groß ſind, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte wie die Halbmeſſer. Weil nämlich die Umlaufszeit $t = \frac{2\pi\alpha}{\gamma}$ ſich wie $\frac{\alpha}{\gamma}$ verhält, ſo verhält ſich auch $\frac{M\gamma^2}{\alpha}$ wie $\frac{M\gamma}{t}$ oder wie $\frac{M\alpha}{t^2}$, d. h. die Schwungkräfte verhalten ſich wie die Halbmeſſer.

3. Wenn die Umlaufszeiten gleich ſind, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte wie die Produkte aus den Maſſen in die Halbmeſſer. Man hat nämlich das Verhältniß der Schwungkräfte $= \frac{M\alpha}{t^2} : \frac{mA}{t^2} = M\alpha : mA$. Sollten hier die Schwungkräfte gleich ſeyn, ſo müßte auch $M\alpha = mA$, mithin $M : m = A : \alpha$ ſeyn, d. h. in dieſem Falle müßten ſich die Maſſen umgekehrt wie die Halbmeſſer verhalten.

4. Sind die Maſſen und Halbmeſſer einander gleich, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten. Es iſt nämlich das Verhältniß der Schwungkräfte $= \frac{M\gamma^2}{\alpha} : \frac{MG^2}{\alpha} = \gamma^2 : G^2$.

5. Wenn die Halbmeſſer gleich groß, die Maſſen aber ungleich groß ſind, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte wie die Produkte der Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten.

6. Wenn die Maſſen und Geſchwindigkeiten ungleich groß ſind, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte umgekehrt wie die Halbmeſſer.

7. Wenn die Geſchwindigkeiten gleich groß ſind, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte wie die Produkte der Maſſen mit den verkehrten Halbmeſſern multipliciret. Es iſt nämlich das Verhältniß $= \frac{M\gamma^2}{\alpha} : \frac{m\gamma^2}{A} = \frac{M}{a} : \frac{m}{A} = MA : m\alpha$.

8. Wenn ſich die Quadrate der Umlaufszeiten, wie die Würfel der Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte verhalten, und die Maſſen gleich ſind, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte umgekehrt wie die Quadrate der Halbmeſſer. Es iſt nämlich das Verhältniß der Schwungkräfte $= \frac{\alpha}{t^2} : \frac{A}{T^2}$; weil nun $t^2 : T^2 = \alpha^3 : A^3$, ſo iſt auch das Verhältniß der genannten Kräfte $= \frac{\alpha}{\alpha^3} : \frac{A}{A^3} = \frac{1}{\alpha^2} : \frac{1}{A^2} = A^2 : \alpha^2$.

9.

9. Findet die Vorausſetzung des vorigen Falles Statt, jedoch mit ungleich großen Maſſen, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte wie die Produkte aus den Maſſen in die Quadrate der verkehrten Halbmeſſer. Denn es iſt das Verhältniß dieſer Kräfte $= \frac{M\alpha}{t^2} : \frac{mA}{T^2} = \frac{M\alpha}{\alpha^3} : \frac{mA}{A^3} = \frac{M}{\alpha^2} : \frac{m}{A^2}$ $= MA^2 : m\alpha^2$.

10. Ueberhaupt iſt das Verhältniß der Schwungkräfte in einem zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Maſſen, der Halbmeſſer und dem verkehrten Verhältniſſe der Umlaufszeiten. Weil nämlich die Umlaufszeiten $t = \frac{2\pi\alpha}{\gamma}$ und $T = \frac{2\pi A}{G}$ ſich verhalten wie $\frac{\alpha}{\gamma} : \frac{A}{G}$, ſo verhalten ſich auch die Schwungkräfte $\frac{M\gamma^2}{\alpha} : \frac{mG^2}{A} = \frac{M\gamma}{t} : \frac{mG}{T} = M\gamma T : mGt$. Ferner verhalten ſich $\gamma : G = \alpha : A$, mithin die gedachten Kräfte $= M\alpha T : mAt$.

11. Wenn die Maſſen und Schwungkräfte gleich groß ſind, ſo verhalten ſich die Quadrate der Umlaufszeiten wie die Halbmeſſer. Weil nämlich $\frac{M\alpha}{t^2} = \frac{MA}{T^2}$, ſo hat man $M\alpha : MA = t^2 : T^2 = \alpha : A$.

12. Wenn ſich die Geſchwindigkeiten umgekehrt wie die Halbmeſſer verhalten, ſo verhalten ſich die Schwungkräfte umgekehrt, wie die Würfel der Halbmeſſer.

Schon die alten Weltweiſen hatten, wie **Plutarch** [α]) bezeuget, den Gedanken, daß die Bewegung in krummen Linien zwey Kräfte erfordern, deren eine nach einem beſtändigen Punkte hingerichtet ſey, die andere aber die Umdrehung oder den Schwung bewirken. Allein ihre Begriffe hiervon waren noch ſehr dunkel und verworren. Erſt **Galilei** [β]) ſuchte

α) Placita philoſophorum.

β) Dialog. de motu locali. Lugd. Bat. 1699. 4. IV. theſ. I.

ſuchte die Bewegung der Körper in krummen Bahnen auf richtigere Begriffe zurück zu bringen; ſeine Unterſuchungen betrafen aber bloß die krummen Linien, durch welche die geworfenen Körper auf unſerer Erde ſich bewegten. Er fand, daß dieſe Linien paraboliſch ſind, und allein durch die Schwere der Körper gegen die Erde und die durch den Wurf entſtandene Bewegung bewirket würden. **Huygens** [a]) erweiterte dieſe Erfindung, und machte Geſetze von der Schwungkraft in einem Kreiſe anfänglich ohne Beweis bekannt; nach ſeinem Tode aber wurden ſie mit den dazu gehörigen Beweiſen in einer beſondern Abhandlung unter dem Titel: de vi centrifuga, in ſeinen nachgelaſſenen Schriften abgedruckt. Hierbey befinden ſich beſonders noch verſchiedene Anwendungen eigener Arten von Schwungbewegungen, ſo wie auch die Berechnung der Schwungkraft unſerer Erde bey Umdrehung um ihre Axe, und die daraus entſtehende Verminderung der Schwere. Zugleich vermuthete er hieraus eine Abplattung unſerer Erde. Weit allgemeiner und dem Zwecke entſprechender ging **Newton** bey der Beſtimmung der krummlinigen Bewegungen zu Werke, als alle ſeine Vorgänger. Die vorzüglichſte Veranlaſſung hierzu gaben ihm die merkwürdigen Entdeckungen des Planetenlaufs, welche **Kepler** mit dem größten Fleiße und unglaublicher Mühe beobachtet hatte. Newton fand mit Hülfe der höhern Geometrie die Geſetze, nach welchen krummlinige Bewegungen erfolgen, wodurch er ſeinen Nahmen unſterblich gemacht hat [β]). Zuerſt entdeckte er, daß bey allen Centralbewegungen der Radius Vektor in gleichen Zeiten auch gleiche Sektoren durchlaufen müſſe, und ſchloß daher ganz natürlich, daß derjenige Körper, welcher in gleichen Zeiten gleiche Sektoren beſchreibe, ſich allemahl central bewegen müſſe. Hierauf unterſuchte er weiter, welches Geſetz der Centripetalkraft bey einer gegebenen

[a]) Theoremata de vi centrifuga im horologio oſcillatorio. Par. 1673. fol. P. V. Eiusd. opera poſthuma. Lugd. Bat. 1708. 4. p. 118.
[β]) Principia philoſophiae naturalis mathematica. Lond. 1687. 4.

benen krummlinigen Bahn eines Körpers Statt finden müſſe, und wie es ſich ändere, wenn die Entfernungen der Körper von dem Mittelpunkte der Kräfte immer größer und größer oder kleiner und kleiner werden. Die Aufgabe, aus der beſtimmten krummen Linie das Geſetz, nach welchem die Centripetalkraft wirkt, zu finden, nennt man die **Aufgabe der Centralkräfte.** Er fand, daß, wenn die krumme Linie eine Ellipſe iſt, und der Mittelpunkt der Kräfte im Brennpunkte liegt, ſich die Centripetalkraft allemahl verhalten müſſe umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen vom Mittelpunkte der Kräfte. Da nun **Kepler** dieſes Geſetz bey den Planeten beobachtet hatte, ſo wurde dadurch die Richtigkeit dieſes kepleriſchen Geſetzes, und der Schlüſſe, welche daraus in Anſehung der Centripetalkräfte der Planeten folgen, ganz außer allem Zweifel geſetzet.

Was die verkehrte **Aufgabe der Centralkräfte** betrifft, nämlich aus dem Geſetze der Centripetalkraft und aus der Geſchwindigkeit des Wurfs eines Körpers die Natur der krummen Linie zu finden, ſo konnte **Newton** dieſe nicht allgemein auflöſen, weil die Kunſtgriffe der Integralrechnung, welche er ſelbſt erfunden hatte, noch nicht ſo weit entwickelt waren, daß er dieſes wichtige Problem in ſeiner völligen Allgemeinheit darſtellen konnte. Er ſuchte daher bloß das Problem für einige beſondere Fälle aufzulöſen, und zu zeigen, daß, wenn die Centripetalkraft ſich verkehrt wie das Quadrat der Entfernung verhielte, allemahl ein Kegelſchnitt beſchrieben werden müſſe, welcher von der Geſchwindigkeit der Wurfbewegung abhange. Erſt **Johann Bernoulli** *) löſete dieſe Aufgabe zuerſt allgemein auf, und bewies dadurch, daß ein geworfener Körper, der von einem Mittelpunkte der Kräfte in dem verkehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen von dieſem Punkte angezogen wird, nothwendig einen Kegelſchnitt beſchreiben müſſe, und daß der Mittelpunkt der Kräfte allemahl in den Brennpunkt dieſer krummen Linie falle. Nachher haben ſich mehrere Lehrer der Mechanik mit der

*) Mémoir. de Paris 1710. und in den operibus T. I. p. 469.

der Auflöſung dieſes Problems beſchäftiget, und vorzüglich **Leonhard Euler** α) und **Käſtner** β) durch Hülfe der erfundenen Kunſtgriffe der Integralrechnung ſelbiges mit der größten mathematiſchen Schärfe und Leichtigkeit aufgelöſet. Ich habe geſuchet, unter dem Artikel **Centralbewegung** hiervon ſo viel beyzubringen, als es ohne die größte Weitläuftigkeit nur immer möglich war, woraus zugleich erhellen kann, wie wichtig es einem gründlichen Phyſiker iſt, in der höhern Mathematik eine gewiſſe Fertigkeit ſich verſchafft zu haben, um die erhabenſten Geſetze in der Natur ſtreng zu erweiſen und mit einem Blicke zu überſehen.

M. ſ. *de la Lande* aſtronomie.

Centralmaſchine (machina experimentis de motu centrali capiendis inſeruiens, Machine pour les expériences du mouvement central). Eine zum phyſiſchen Apparat gehörige Maſchine, wodurch eine horizontale Scheibe um ihren Mittelpunkt ſchnell oder langſam gedrehet werden kann. Aus den erſten Gründen der Statik iſt es ſchon bekannt, durch welche Mittel horizontale Umdrehungen erhalten werden können. Die gewöhnlichſte Vorrichtung, dieſes zu bewirken, beſteht aus einem Rad mit daran angebrachter Kurbel, welches am äußern Umfange einen Einſchnitt beſitzet, um eine Schnur ohne Ende darüber zu legen, mittelſt welcher die horizontale Scheibe durch einen an der vertikalen Axe, worauf die Scheibe geſteckt iſt, feſt gemachten Wertel in Umlauf gebracht wird. Das Rad mit der Kurbel kann entweder, wie bey den gewöhnlichen Glasſchleiffmaſchinen horizontal liegen, oder auch vertikal ſtehen. Eine von der letztern Art findet man bey **Nollet** γ) beſchrieben und abgebildet. Es würde theils zu weitläuftig, theils aber auch unnöthig ſeyn, die Beſchreibung von einer ſolchen Maſchine hier zu geben, indem es nur ein geringes Nachdenken erfordert, ſich eine Maſchine dieſer Art ſelbſt zu erfinden.

α) Mechanica Tom. I. lib. V. prop. 80. pag.
β) Höhere Mechanik. §. 202 - 240.
γ) Leçons de phyſique experimentale. T. II. leç. 5. ſect. 2. exper. I.

Um eine ſolche Maſchine zur Abſicht bald ſchneller, bald langſamer in Umlauf zu bringen, dienen vorzüglich Wertel von verſchiedener Größe, welche an die vertikale Axe, an der die Scheibe geſteckt worden, befeſtiget werden. Sonſt läßt ſich aber auch ein ſchnelleres oder langſameres Umdrehen durch ein ſchnelles oder langſames Drehen am Rade zu Wege bringen.

Eine ſolche Centralmaſchine ſoll dazu dienen, die Schwungkräfte der in einem Kreiſe herumgetriebenen Körper durch Verſuche begreiflich zu machen. Zu dieſem Ende hat man einen ſo genannten **Träger** nöthig, welcher bey dieſen Verſuchen gebraucht wird. Es wird dieſer Träger aus einem Brete gemacht, welches 7 bis 8 Linien dick, 32 Zoll lang iſt. Die Länge wird in der Mitte in zwey gleiche Theile getheilet, und ein jeder von dieſen Theilen erhält wieder gleiche, jedoch willkürliche Theile. An beyden Enden (fig. 78.) werden zwey kleine Säulen a h und d c von drey Zoll Höhe aufgerichtet, durch welche ein glatter dünner Draht ſtraff angeſchraubet werden kann. An dieſen Draht laſſen ſich kleine in der Mitte durchbohrte Kugeln f und g ſtecken, welche auf dem Drahte ohne Reibung hingleiten. Beyde Kugeln werden durch einen zarten Faden mit einander verbunden. Dieſer Träger läßt ſich nun auf der Scheibe der Centralmaſchine befeſtigen. Bringt man die beyden Kugeln f und g, wenn ſie gleich groß ſind, am Drahte ſo, daß die eine im Mittelpunkte c ſich befindet, und die andere um die Länge des Fadens davon entfernet iſt, ſo wird bey Umdrehung der Scheibe mit dem Träger zugleich die entferntere Kugel gegen das eine Ende des Trägers getrieben, und reißt die Kugel in der Mitte mit ſich fort. Wird aber der Faden zerſchnitten, ſo geht zwar erſtere Kugel gegen das Ende des Trägers hin, allein die andere Kugel bleibt zurück. Werden beyde gleich große Kugeln ſo geſtellet, daß ſie auf beyden Seiten vom Mittelpunkte c gleich weit abſtehen, ſo bewegen ſich dieſe Kugeln bey Umdrehung der Scheibe mit dem Träger weder auf die eine noch auf die andere Seite; wird der Faden zerſchnitten, ſo wird f

nach h und g nach i getrieben. Wenn die beyden Kugeln ungleich groß ſind, und ſich etwa wie 1:3 verhalten, ſo wird man folgende Verſuche damit anſtellen können: bringt man ſie in gleiche Entfernungen von dem Mittelpunkte c, ſo geht bey Umdrehung die ſchwerere Kugel gegen das nächſte Ende des Trägers, und nimmt die kleinere mit ſich fort; ſtellt man aber beyde Kugeln ſo, daß die leichtere Kugel vom Mittelpunkte c drey Mahl weiter entfernet iſt, als die ſchwerere, ſo bleiben ſie bey noch ſo ſchneller Umdrehung der Scheibe unverändert auf ihren Stellen ſtehen.

Wenn man ferner eine gläſerne Röhre mit verſchiedenen flüſſigen Materien von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte anfüllt, z. B. mit Waſſer und Queckſilber, ſie alsdann verſchließt, und ſo auf den Träger in die ſchiefe Lage ik bringt, ſo wird bey einer ſchnellen Umdrehung der Scheibe das Queckſilber am höchſten und das Waſſer am niedrigſten ſtehen.

Mehrere Verſuche und noch andere Einrichtungen der Träger hierzu, findet man bey **Nollet** am angeführten Orte.

Vergleicht man dieſe Verſuche mit den Sätzen der Schwungkraft im Kreiſe in dem Artikel **Centralkräfte**, ſo wird man ſie vollkommen damit übereinſtimmend finden. Es war nämlich die Größe der Schwungkraft als bewegende Kraft betrachtet $= \frac{M\gamma^2}{2g\alpha}$; folglich verhält ſie ſich beſtändig $= \frac{M\gamma^2}{\alpha}$, oder wie $\frac{M\alpha}{t^2}$, wenn t die Umlaufszeit bedeutet. Weil aber der Träger mit den auf ſelbigem befindlichen Körpern in gleicher Zeit umläuft, ſo iſt auch die Umlaufszeit t für den Träger eben ſo groß, wie die für die darauf befindlichen Körper; mithin verhält ſich die Schwungkraft wie $M\alpha$, d. h. wie das Produkt aus der Maſſe in die Entfernung derſelben von dem Mittelpunkte. So bald wie dieſes Produkt bey den angeführten Verſuchen auf der einen oder andern Seite des Mittelpunktes größer iſt, ſo wird auch der Körper nach dieſer Seite hin getrieben; wenn aber auf beyden

den Seiten dieſe gedachten Produkte gleich groß ſind, oder welches einerley iſt, wenn ſich die Maſſen umgekehrt wie die Entfernungen vom Mittelpunkte verhalten, ſo bleiben beyde Körper unverändert an ihren Stellen. In Anſehung des Verſuchs mit den in der gläſernen Röhre eingeſchloſſenen Flüſſigkeiten von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte, muß ſich zwar das Waſſer wegen der größern Leichtigkeit geſchwinder als das Queckſilber bewegen; allein wegen der ſchweren Maſſe des Queckſilbers wird auch die Schwungkraft desſelben weit mehr verſtärkt. Es muß demnach das Queckſilber durch das Waſſer an die äußerſten Theile des Umkreiſes hervordringen. Wären mehrere flüſſige Materien von verſchiedenem ſpecifiſchen Gewichte in der Glasröhre eingeſchloſſen, ſo wird allemahl bey der Umdrehung die ſchwerſte bis an die äußerſten Enden des Umkreiſes hervordringen, hierauf die weniger ſchwere u. ſ. f. folgen, bis diejenige, welche die geringſte ſpecifiſche Schwere hat, von dem äußerſten Umfange am weiteſten entfernet iſt, und folglich dem Mittelpunkte am nächſten liegt.

Der Abt **Nollet** führet an, daß er auf der Centralmaſchine Verſuche mit Körpern angeſtellet habe, welche eine Schneckenlinie und eine Ellipſe beſchrieben haben. Allein er geſtehet auch ein, daß ſie mit Schwierigkeiten verbunden ſind, und den Nutzen keinesweges gewähren, den man von einer ſolchen Ausführung zu gewarten hat.

Soll ich kurz meine Meinung von allen dieſen Verſuchen ſagen, ſo erläutern ſie die Frage von der Centralbewegung wenig, indem ſich die Körper auf unſerer Erde nicht in den Umſtänden wie die in der freyen Centralbewegung befinden. Die Schwungkraft allein erhält einige kleine Erläuterung, wenn man von der Kraft, durch welche die Körper mittelſt der Maſchine in Umlauf gebracht werden, abſtrahiret, und ſie als anziehende Kraft eines andern Körpers, welcher die in Bewegung geſetzten Körper gleichſam dadurch fortſchleppt, betrachtet.

Centri-

Centrifugalkraft (vis centrifuga, force centrifuge), **Fliehkraft, Schwungkraft**, nennt man diejenige Kraſt, welche den Körper bey Centralbewegungen von dem Mittelpunkte des Krümmungskreiſes zu entfernen ſtrebet. Dieſe Kraft iſt wirklich eine in der Natur exiſtirende Kraſt, welche den Körper von dem Mittelpunkte der Kräfte eben ſo ſtetig ablenkt, als die Centripetalkraft. Denn nach richtigen Principien kann eine Kraft keine Bewegung in der Geſchwindigkeit vermindern oder vergrößern, wenn man nicht der bewegten Materie Kraft beyleget, weil nur gleichartige Dinge einander vermindern und vergrößern können. Es kann demnach dieſe Kraft nicht als ein Theil der Bewegung betrachtet werden, welche der Körper im vorhergehenden Zeittheile hatte, und im folgenden ſeiner Trägheit wegen fortſetzet. M. ſ. den Artikel **Centralkräfte.**

Centripetalkraft (vis centripeta, force centripete) iſt diejenige Kraſt, welche einen Körper bey der Centralbewegung mit Stetigkeit nach einem gewiſſen Punkte, welcher der Mittelpunkt der Kräfte genannt wird, antreibt. M. ſ. **Centralkräfte.** Dieſe Kraft läßt ſich, wie jede einzelne Kraft, in zwey Kräfte zerlegen, wovon die eine, die **Tangentialkraft,** entweder mit der Richtung der Bahn zuſammenfällt oder derſelben entgegenwirkt, die andere aber, die **Normalkraft,** auf der Richtung der Bahn ſenkrecht iſt. Die Tangentialkraft vergrößert alſo oder vermindert die Geſchwindigkeit des bewegten Körpers, die Normalkraft aber wirkt auf die Krümmung der Bahn. Dieſe Centripetalkraft iſt eine der Materie weſentlich inhärirende Kraft, und daher als Grundkraft zu betrachten (m. ſ. **Grundkräfte**), und wird bey den Körpern auf unſerer Erde durch das Wort **Schwere** ausgedrückt. Das Geſetz, nach welchem die Centripetalkraft in der Entfernung auch durch den leeren Raum wirkt, beſtimmt die krumme Linie, durch welche ſich der Körper beweget. Bey der Kreisbewegung iſt die Centripetalkraft in allen Stellen gleich, iſt zugleich ganz Normalkraft und wirkt ganz allein auf Krümmung der Bahn.

Bey der Bewegung der Himmelskörper in elliptiſchen Bahnen aber iſt die Centripetalkraft nicht an allen Stellen gleich, ſondern ſie verhält ſich umgekehrt wie das Quadrat der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte.

Centrobaryſch (centrobarycum, centrobaryque) nennt man überhaupt dasjenige, was einen Bezug auf den Schwerpunkt der Körper hat, oder auch als Folge aus demſelben hergeleitet wird. Noch ehe die Integralrechnung erfunden war, hatte man in der Mathematik eine Methode, den Inhalt der Flächen und Körper dadurch zu finden, daß man die Linien und Flächen, durch deren Bewegung ſie entſtehen, in den Weg multiplicirte, welcher von dem Schwerpunkte derſelben bey Entſtehung der Flächen und Körper genommen wird. Dieſe Methode wurde daher die **centrobaryſche Methode** genannt. Dieſe Regel führet ſchon **Pappus** [α]) an, der Jeſuit **Guldin** [β]) aber hat ſie weiter erörtert. Nachdem aber die Kunſtgriffe der Integralrechnung bekannt wurden, ſo iſt dieſe Methode ganz aus der Mode gekommen.

Centrum ſ. **Mittelpunkt.**

Centrum grauitatis ſ. **Schwerpunkt.**

Chryſtallen ſ. **Kryſtallen.**

Chryſtalliſation ſ. **Kryſtalliſation.**

Chymie, Chemie (chymia, chemia, chymie) iſt eine wiſſenſchaftliche Kunſt, welche die wechſelſeitigen Wirkungen der einfachen Stoffe in der Natur, die Zuſammenſetzungen aus ihnen und nach ihren verſchiedenen Verhältniſſen, und die Art und Weiſe kennen lehret, ſie von einander abzuſondern, und wieder zu neuen Körperarten mit einander zu verbinden. Die Chymie hat allein die Körper unſerer Sinnenwelt zu ihrem Gegenſtande, und alles, was in ihr vorgetragen wird, muß ſich auf Erfahrungen, ſowohl Beobach-

α) Praefat. ad libr. VII. collection. mathem. quas edid. cum commentario *Feder. Commandinus.* Piſauri 1601 fol. recuſ. Bononiae 1660. fol.

β) De centro grauitatis. Vindebon. 1635. fol.

Beobachtungen, als auch Verſuche und deren daraus gemachte Folgen gründen. Sie iſt folglich auch als ein Theil der Phyſik zu betrachten. Jedoch hat ſie es nicht allein mit ſpekulativen Unterſuchungen zu thun, die auf Erfahrungen und den daraus gemachten Folgen beruhen, ſondern ſie muß auch vorzüglich die Mittel zeigen, wie durch wirkliche Ausübung die einfachern Stoffe, woraus die Körper unſerer Sinnenwelt zuſammengeſetzet ſind, abgeſondert darzuſtellen ſind, und in welchen Verhältniſſen ſie mit einander verbunden andere Körperarten liefern. In dieſem letzten Umſtande ſcheint mir vorzüglich die Chymie von der eigentlichen Phyſik verſchieden zu ſeyn. Denn, wie bekannt, hat die Phyſik zum Zweck die Erſcheinungen oder Phänomene der Körper unſerer Sinnenwelt aus Gründen, welche freylich auf Erfahrungen beruhen, herzuleiten, und ſo iſt auch dem Phyſiker die Chymie in ihrem ganzen Umfange unentbehrlich, weil er eben daraus die meiſten Erſcheinungen der ſinnlichen Körper richtig zu beurtheilen vermag. Man theilet daher eigentlich mit Unrecht die Chymie in **theoretiſche** und **praktiſche** oder **angewandte** ab. Denn es gibt im Grunde nur **Eine** Chymie, ob man gleich ihre Sätze auf vielerley Wiſſenſchaften, Gewerbe und Künſte anwenden kann; und daher ſind mit Recht die Eintheilungen der Chymie in **metallurgiſche**, **pharmacevtiſche**, **ökonomiſche** u. ſ. f. zu tadeln.

Aus dem eben angeführten Geſichtspunkte ſieht man wohl ein, daß die ältern Phyſiker einen großen Fehler begangen, daß ſie ſo wenige chemiſche Sätze in ihre Phyſik aufnahmen, und eben dadurch verurſachten, daß eine ſo lange Zeit manche Stoffe als einfach betrachtet wurden, welche nachher, als man die Chymie zweckmäßiger mit der Phyſik zu verbinden anfieng, aus andern Stoffen zuſammengeſetzt, entdecket wurden, und wodurch die Phyſik ſehr große Erweiterungen erhalten hat. Dieſen Mängeln, welche man noch bey den ältern Lehrbüchern antrifft, wurde

vorzüglich von Herr **Karſten** [a]) abgeholfen, welcher wohl einſahe, daß es zur genauern Kenntniß der Natur unumgänglich nothwendig wäre, mehrere chymiſche Kenntniſſe mit dem Vortrage der Phyſik zu verbinden. Auch Herr **Lichtenberg** fügte nachher den erxlebenſchen Anfangsgründen der Naturlehre die unentbehrlichſten Kenntniſſe der Chymie bey.

Die Theilung der Körper in ihre Beſtandtheile durch die Chemie muß von der phyſiſchen oder mechaniſchen Theilung wohl unterſchieden werden; dieſe liefert nur Theile, welche ſowohl unter ſich, als dem Ganzen ihrer Natur nach ähnlich, in Anſehung der Größe aber von einander verſchieden ſind; da man im Gegentheil durch die Chymie ſolche Theile erhält, welche weder dem Ganzen noch unter ſich ſelbſt in ihren Eigenſchaften und in ihrer Natur ähnlich ſind, ſondern nur in ihrer innigſten Verbindung das Ganze geben.

Was die Alchymie betrifft, ſo hat dieſe mit der Chemie nur den Nahmen gemein, und iſt bereits davon ſchon unter einem eigenen Artikel gehandelt worden.

Die Meinungen über die Herleitung des Wortes **Chymie** oder **Chemie** ſind ſehr getheilt. Einige leiten es aus dem Griechiſchen χύμος, χέω, χῆμα, andere aber aus dem Arabiſchen her. Diejenigen, welche den Urſprung der Chemie in Egypten ſuchten, gründeten ſich darauf, weil in den älteſten Zeiten ein Theil von Egypten Chemia geheißen hat. Dieſer Nahme kömmt zum erſten Mahle beym **Zoſimus** [β]) vor.

Die Geſchichte der Chemie in den älteſten Zeiten iſt dunkeler und ungewiſſer, als die Geſchichte irgend einer andern Wiſſenſchaft. Weil die Chymie allein auf Erfahrungen beruhet, ſo war es natürlich, daß dieſe zuerſt angeſtellt werden mußten, ehe man noch auf eine wiſſenſchaftliche Zuſammenſetzung derſelben denken konnte. Es iſt daher ganz der Sache

[a]) Anleitung zur gemeinnützigen Kenntniß der Natur, beſonders für angehende Aerzte, Cameraliſten und Oekonomen. Halle 1783. 8.

[β]) *Wallerii* chemia phyſica. Holm. 1760. 8. P. I. cap. 2. §. 8.

Sache zuwider, die Chymie als Wiſſenſchaft in dem entfernteſten Alterthum zu ſuchen. Schon den erſten Bewohnern unſerer Erde mußte es Bedürfniß ſeyn, chemiſche Operationen in mancherley Hinſichten zu unternehmen. Allein dieß waren gewiß nur einzelne Verſuche und empiriſche Ausübungen. Die Nothwendigkeit und wohl ſelbſt oftmahls der Zufall gab vermuthlich in der Folge der Zeit noch mehr Veranlaſſung chemiſche Operationen vorzunehmen, und man darf ſich gar nicht verwundern, daß auf dieſe Weiſe wohl Jahrhunderte verſtrichen ſind, ehe man alle dieſe Thatſachen zuſammen ſammelte, und ſie in eine wiſſenſchaftliche Form brachte. Von den Völkern des höhern Alterthums werden vorzüglich in der Geſchichte der Chymie die Egypter erwähnet, und es läßt ſich auch aus den hinterlaſſenen Datis ſchließen, daß die egyptiſchen Prieſter im Beſitze chemiſcher Kenntniſſe waren. Allein es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß dieſe Kenntniſſe nur Bruchſtücke waren, und nichts weniger als den Nahmen einer Wiſſenſchaft verdienen. So ſehr auch die Alchymiſten im mittleren Zeitalter die verborgene Kunſt der Egyptier rühmten, ſo iſt es doch auch gewiß, daß ſie ſich dadurch bey den Leuten vorzüglichen Eingang zu verſchaffen ſuchten. Sie ließen es nicht unbemerkt, daß **Moſes**, welcher in der Weisheit der Egyptier unterrichtet war, chemiſche Kenntniſſe habe beſitzen müſſen, um das goldene Kalb zu zerſtören und trinkbar zu machen, und daß **Demokrit**, welchem die Alten ſo viele geheime und wundervolle Wiſſenſchaften zuſchrieben, ein Schüler der egyptiſchen Prieſter geweſen ſey.

Nachdem das Gold der allgemeine Preis von allen Gütern wurde, ſo fanden ſich einige Perſonen, welche ſich einfallen ließen, vielleicht das Gold durch Kunſt hervorzubringen, und es war dieſer Gedanke gleichſam der Mittelpunkt, um welchen ſich diejenigen, welche von dem eiteln Wahne der Verwandlung unedler Metalle in edle eingenommen waren, dreheten. Die Alchymie nahm ihren Urſprung unter den Neuplatonikern, und es kommt ihr Nahme und das

Problem erſt im vierten Jahrhunderte nach Chriſti Geburt erwähnet vor. Alle diejenigen, welche dieſe thörichte Verwandlung ſuchten, bedienten ſich in ihren Schriften dunkler und geheimnißvoller Ausdrücke, theils um ſich ein größeres Anſehen zu geben, theils aber auch ihre Unwiſſenheit dadurch zu verbergen. Es iſt zwar nicht zu läugnen, daß durch dieſes Beſtreben manche gute Entdeckung gemacht wurde, allein es wurde auch dadurch dem Fortgange der echten Wiſſenſchaften ein großes Hinderniß in Weg gelegt. Die Schriften die hierher gehören, ſind vorzüglich diejenigen, welche dem **Hermes** untergeſchoben worden, und die von **Syneſius**, **Zoſimus** u. ſ. Dieſes thörichte Beſtreben der Verwandlung der Metalle dauerte ungefähr bis ins achte Jahrhundert, wo die Barbarey auch den alchymiſtiſchen Schriften auf eine gewiſſe Zeit unter den Chriſten ein Ende machte. Von hier an giengen die Künſte und Wiſſenſchaften zu den Arabern über; aber auch dieſe beſchäftigten ſich nur mit der Alchymie. Sie kleideten ebenfalls ihre Schriften in dunkele und geheimnißvolle Ausdrücke ein. **Olaus Borrichius**, ein bekannter Vertheidiger der Alchymie, hat ein Verzeichniß von ſolchen Schriften gegeben *α*). **Langlet du Fresnoy** *β*) erzählet die Geſchichte des dunkeln Zeitalters ausführlich.

Im dreyzehnten Jahrhunderte fieng man in Europa wieder an, die Wiſſenſchaften zu treiben, und auch mehr Aufmerkſamkeit auf die Chemie zu wenden; es blieb aber die Alchymie der einzige Zweck, wovon die Schriften des **Roger Baco**, **Raimund Lullius** und **Arnold von Villanova** Nachrichten ertheilen. Im fünfzehnten Jahrhunderte wendete man die Chymie vorzüglich auf die Arzneykunde an, und der berüchtigte **Theophraſtus Paracelſus**, und **Johann Baptiſt van Helmont**, waren eifrigſt bemühet, eine Univerſalmedicin zu Stande zu bringen. Dieß gab nun vorzüglich Veranlaſſung, daß die Aerzte

α) Conſpectus ſcriptorum chemicorum. Hafn. 1697. 4.
β) Hiſtoire de la philoſophie hermetique. Paris 1741. Tom. III. 12.

Aerzte den Nutzen der Chymie erkannten, und verſchiedene Heilmittel daraus entlehnten.

Nachdem der Geſchmack an Wiſſenſchaften durch das Studium der altgriechiſchen Gelehrſamkeit ſich weiter verbreitete, und viele einzelne chemiſche Künſte, als z. B. der Metallurgie, des Bergbaues, der Glasmacherkunſt u. ſ. f. bis zu einer merkwürdigen Stufe der Vollkommenheit gediehen waren, ſo gaben ſich verſchiedene einſichtsvolle Gelehrte die Mühe, ſolche nützliche Kenntniſſe der Nachwelt ſchriftlich zu überliefern. Daher entſtanden die Werke des **Georg Agrikola** α), **Lazar. Erker** β) und **Anton Neri** γ). Deſſen ungeachtet beſchäftigte die ſogenannten Chymiſten noch immer das Problem der Verwandlung der Metalle, zugleich fiengen ſie aber auch an, mehrere wichtige Entdeckungen und Erfahrungen zu machen. Selbſt in den übrigen phyſikaliſchen Wiſſenſchaften kam man auf Erfindungen, welche den beträchtlichſten Einfluß auf die Chymie hatten. Ueberhaupt wurden im ſechszehnten bis zum Ende des ſiebenzehnten Jahrhunderts Materialien zu einem Gebäude geſammelt, das in den neuern Zeiten errichtet wurde.

Nach der Mitte des ſiebenzehnten Jahrhundertes wurde endlich das Gebäude der Chymie vorzüglich in Deutſchland aufgeführet. Die erſten Plane hierzu entwarfen **Beguin** δ), **Zachar. Brendel** ε), **Rolfink** ζ) und andere. Vorzüglich verdient um dieſe Wiſſenſchaft machte ſich **Joh. Joach. Becher** η). Noch weit mehr aber wurde die Chemie erweitert durch **Bechers** verdienſtvollen Commentator, **Georg Ernſt**

α) De re metallica, Baſil. 1546. fol.

β) Aula ſubterranea oder Beſchreibung der Sachen, ſo in der Tiefe der Erde wachſen. Prag, 1574. fol.

γ) De arte vitrearia Lib. VII. Amſt. 1686. 12.

δ) Les éléments de chymie à Paris 1608. 12. à Lyon 1665. 8.

ε) Chymia in artis formam redacta. Jen. 1630. Amſtel. 1672. 12.

ζ) Chymia in artis formam redacta. Jen. 1641. 8 Lipſ. 1686. 4.

η) Oedipus chimicus Franc. 1664. 12. 1720. 8. phyſica ſubterranea. Franc. 1669. 4. 1738. 4.

Ernſt Stahl α). Er nahm bey den verbrennlichen Körpern einen eigenen Stoff an, den er **Phlogiſton, brennbares Weſen, Brennſtoff** nannte, und wovon ſein Syſtem, welches alle nachfolgende Chemiker einſtimmig angenommen haben, den Nahmen **phlogiſtiſches Syſtem** erhielt. (M. ſ. **Brennſtoff**), und welches noch heut zu Tage mit einigen Abänderungen berühmt iſt. Der berühmte **Boerhaave** β) fügte endlich dieſer Wiſſenſchaft ſeine ſchätzbaren Unterſuchungen des Pflanzenreichs, der Luft, des Waſſers und des Feuers bey.

Nach dieſer Zeit haben ſich eine ſehr große Anzahl Chemiker bemühet, durch neue Erfindungen das einmahl aufgeführte Gebäude immer mehr zu erweitern, und man war ganz der Meinung, daß es nunmehr feſt und unerſchütterlich da ſtehe, bis endlich im Jahre 1789. Herr **Lavoiſier**, ein Franzoſe, ein ganz neues Lehrgebäude der Chemie aufſtellte. Er läugnete das in der Chemie eingeführte Phlogiſton gerade weg ab, führete ganz andere Begriffe und Vorſtellungsarten und eine darauf gebauete neue Sprache dieſer Wiſſenſchaft ein. Dieſes neue Syſtem erhielt den Nahmen **antiphlogiſtiſches Syſtem**, vorzüglich dieſerwegen, weil die Läugnung des Phlogiſtons einen ſeiner Hauptcharaktere ausmacht. Herr **Lichtenberg** ſchlägt lieber den Nahmen **neue** oder **franzöſiſche Chymie** vor, indem man ein Gegner dieſes Syſtems ſeyn könne, ohne deßwegen gerade ein Phlogiſton anzunehmen. Dieſes neue Syſtem erregte unter den deutſchen Gelehrten viel Aufſehen, und wurde allenthalben mit Zweifel, Widerſpruch und mit Aeußerungen des Unwillens beſtritten.

Dieſes neue Syſtem geht von den Wirkungen des **Wärmeſtoffs** (calorique) aus, welcher durch ſeine expanſive Kraft die kleinſten Theile (molécules) der Körper von einander

α) Chymia rationalis et experimentalis oder gründliche Einleitung zur Chymie Leipz. 1720. 8. fundamenta chimiae dogmaticae et experiment. Nor. 1723. 4. 1746. 4. T. I. II. III.

β) Inſtitutiones et experimenta chimiae. T. I. II. à Paris 1724. 8. elementa chimiae. Lipſ. 1732. 8.

ander trennt. In dieſem Zuſtande wird nun der Körper entweder flüſſig oder er verwandelt ſich in eine elaſtiſche, luftartige Flüſſigkeit, nachdem nämlich der Druck der Atmoſphäre entweder ſtärker oder nicht ſo ſtark iſt, als die zurückſtoßende Kraft des Wärmeſtoffs. Die luftförmige Flüſſigkeit heißt insbeſondere **Gas**. In einem jeden Gas muß unterſchieden werden der Wärmeſtoff, und die Grundlage (baſe) des Gas, welche durch den Wärmeſtoff verflüchtiget, und, in einen luftförmigen Körper verwandelt worden iſt. Die atmosphäriſche Luft beſteht aus zwey Arten von Gas; aus **Sauerſtoffgas** oder Lebensluft (gaz oxygène), und aus **Salpeterſtoffgas** oder **Stickgas** (gaz azote); ihr Verhältniß iſt wie 27 : 73. Die Grundlage des erſtern erhält den Nahmen **Sauerſtoff** (oxygène), und die Grundlage des andern **Stickgas**, **Salpeterſtoff** (azote). Bey einem hohen Grade der Temperatur trennen Phosphor, Schwefel und Kohle den Sauerſtoff vom Wärmeſtoffe des Sauerſtoffgas, dadurch wird der Wärmeſtoff frey, und zeigt ſich durch Hitze und Licht. Der Sauerſtoff verbindet ſich mit dieſen Körpern zu Säuren, und es entſtehen daher **Phosphorſäure**, **Schwefelſäure**, und mit der Kohle eine eigne, welche bey dem gewöhnlichen Drucke der Luft und Temperatur derſelben nur in luftförmiger Geſtalt erſcheinet, mit Waſſer aber zur **Kohlenſäure** wird. Dieſe letzte Säure hat zur Grundlage den Grundſtoff der Kohle, **Kohlenſtoff** (carbone). Alles dieſes wird mit Verſuchen beſtätiget, welche mit einer genauen Berechnung über die Gewichte dieſer Zuſammenſetzungen begleitet ſind.

Ueberhaupt iſt eine der vorzüglichſten Eigenſchaften der Grundlage des Sauerſtoffgas, daß ſie mit andern Körpern verbunden denſelben einen ſäuerlichen Geſchmack mittheilet. Es entſteht allemahl eine Säure, ſo oft ſich der Sauerſtoff mit einer dazu fähigen Baſis (baſe acidifiable) verbindet. Die Verbindung kann nun ſo erfolgen, daß der Grad der Sättigung mit dem Sauerſtoff noch nicht erreicht iſt, oder die Sättigung iſt wirklich geſchehen, oder es findet eine Ueber-

berſättigung Statt. Den erſten Fall druckt die neue Nomenclatur durch die Endung in eux, z. B. acide ſulfureux (Schwefelſaures), den andern Fall durch die Endung in ique, z. B. acide ſulfurique (Schwefelſäure), und den dritten Fall durch den Zuſatz oxygèné aus. Alle dieſe Verbindungen heißen überhaupt **Säurungen** (oxygenations), und das Verbrennen ſelbſt iſt eine Säurung.

Die Verbindung des Sauerſtoffs mit den Metallen iſt jederzeit eine unvollkommene Säurung (oxydation), und die daher entſtandenen Subſtanzen werden **Halbſäuren** (oxides) genannt. Der ſich mit den Metallen verbundene Sauerſtoff vermehrt das Gewicht derſelben, und daher ſind die metalliſchen Halbſäuren zuſammengeſetzet aus den Metallen und dem Sauerſtoff.

Auch iſt nach dieſem Syſtem das **Waſſer** zuſammengeſetzet aus **Waſſerſtoff** und **Sauerſtoff** (hydrogène et oxygène). Der Waſſerſtoff iſt in der Natur ſehr allgemein verbreitet, und hat eine ſehr große Verwandſchaft zum Sauerſtoffe. Wegen der großen Verwandſchaft des Wärmeſtoffs mit dem Waſſerſtoffe kennen wir dieſen bloß in Gasgeſtalt, im **Waſſerſtoffgas** (gaz hydrogène). Wenn das Waſſerſtoffgas mit dem Sauerſtoffe oder mit dem Sauerſtoffgas bey einer höhern Temperatur in Berührung gebracht wird, ſo verbindet ſich der Waſſerſtoff mit dem Sauerſtoffe, und es entſteht Waſſer. Wenn man Waſſer durch eine glühende mit ſpiralförmigen Eiſen angefüllte Röhre gehen läßt, ſo erhält man Waſſerſtoffgas, und der Sauerſtoff verbindet ſich mit dem Eiſen, und verwandelt es in Halbſäure. Zugleich zeigt dieſer Verſuch, daß 100 Theile Waſſer aus 85 Theilen Sauerſtoff und aus 15 Theilen Waſſerſtoff beſtehen.

Eine jede Säure beſteht aus zwey Beſtandtheilen; aus dem geſäuerten Körper oder der Grundlage der Säure, und aus dem ſäuernden Körper oder dem Sauerſtoffe.

Man ſieht hieraus wohl ein, daß in dem neuern Syſteme Subſtanzen als einfach betrachtet werden, die im alten Syſtem als zuſammengeſetzt, und hinwiederum Subſtanzen als zuſammen-

zuſammengeſetzt, welche ſonſt als einfach betrachtet wurden. Ueberhaupt theilt dieſe neuere Chymie die Subſtanzen ein in **einfache**, **unzerlegte** und **zuſammengeſetzte**. Die einfachen ſind ganz unzerlegbar, die unzerlegten aber laſſen ſich durch bekannte Mittel nicht zerlegen, und zuſammengeſetzte Körper entſtehen durch Zuſammenſetzung der einfachen und unzerlegten Körper.

Zu den einfachen Stoffen gehören **Lichtſtoff**, **Wärmeſtoff**, **Sauerſtoff**, **Stickſtoff**, **Kohlenſtoff**, **Waſſerſtoff**, **Phosphor**, **Schwefel**, der **Diamant**, **Grundlage der Kochſalzſäure** (radical muriatique), **Grundlage der Flußſpathſäure** (radical fluorique) und die **Grundlage der Boraxſäure** (radical boracique).

Zu den unzerlegten Körpern werden gerechnet die beyden feuerbeſtändigen Laugenſalze, **Pottaſche** und **Soda** (potaſſe et ſoude); das flüchtige Laugenſalz, Ammoniak (ammoniac) iſt zuſammengeſetzt aus Waſſerſtoff und Stickſtoff; außerdem zählet man zu den unzerlegten Körpern die Erden und Metalle. Unter den Metallen gibt es einige, die ſich mit dem Sauerſtoffe bis zum Grade der Sättigung verbinden, und daher als eigene Säuren aufgeführet werden (metaux oxygènés), wie z. B. die Arſenikſäure, Wolframſäure, Molybdänſäure u. ſ.

Zu den zuſammengeſetzten Körpern gehören alle Säuren mit zuſammengeſetzten Grundlagen und die Halbſäuren, ſo wie die Säuren des thieriſchen und vegetabiliſchen Reichs. Die thieriſchen und vegetabiliſchen Theile enthalten dieſe drey allgemeinen Beſtandtheile im abgeſonderten Zuſtande, Waſſerſtoff, Kohlenſtoff und Sauerſtoff. Sie ſind bey der gewöhnlichen Temperatur unſerer Atmosphäre im Gleichgewichte. Unter gewiſſen Umſtänden wird das Gleichgewicht dieſer Beſtandtheile unter einander aufgehoben, und es entſtehen daher verſchiedene Stuffen der Gährung, nämlich Weingährung, Eſſiggährung und Fäulniß. Wenn man aber dieſe thieriſchen und vegetabiliſchen Theile in verſchloſſenen Gefäßen

durchs Feuer zerleget, ſo erhält man Waſſer, Oel, Waſſerſtoffgas, kohlengeſäuertes Gas u. ſ. f.

Die Mittelſalze entſtehen aus den Verbindungen der Säuren und Halbſäuren mit den Laugenſalzen, Erden und Metallen. Man kann alſo die Säuren als die wahren ſalzmachenden Subſtanzen, und die Körper, mit denen ſie ſich verbinden, als die Grundlage der Mittelſalze anſehen. Da wir nun 48 Säuren und 27 Körper kennen, welche mit den Säuren verbunden Mittelſalze geben; ſo iſt die Zahl der bis jetzt bekannten Mittelſalze = 1296. Bey dieſer großen Anzahl von Mittelſalzen iſt es unumgänglich nothwendig, eine richtige Terminologie einzuführen. Denn wollte man, wie die alten Chemiſten thaten, jedem Mittelſatze einen eingenen Nahmen geben, ſo würde daraus die größte Verwirrung entſtehen. Daraus erhellet die Nothwendigkeit einer auf richtigen Grundſätzen gebaueten Nomenklatur.

Wenn die Säuren mit dem Sauerſtoffe geſättiget ſind, ſo unterſcheidet man die Verbindungen dieſer Säuren in ique durch die Endung in ate, und fügt den Nahmen der Grundlage bey wie z. B. ſulfate de potaſſe, ſulfate ammoniacal, ſulfate de mercure, phoſphate d'alumine u. ſ.; ſind die Säuren mit dem Sauerſtoffe nicht geſättiget, ſo werden die Verbindungen dieſer Säuren in eux durch die Endung in ite unterſchieden, und der Nahme der Grundlage beygefüget, wie z. B. phoſphite de chaux, tartrite de bismuth u. ſ. Die Verbindungen einfacher nicht geſäuerter Stoffe, als z. B. des Schwefels, des Phosphors, der Kohle u. ſ. mit andern Grundlagen, werden durch die Endung in ure unterſchieden, wie z. B. ſulfure de chaux, carbure de fer u. ſ. f.

Die Nomenclaturen findet man in folgenden Schriften: Methode de nomenclature chimique propoſée par M. M. de *Morveau*, *Lavoiſier*, *Berthollet* et de *Fourcroy* à Paris 1787. Methode der chemiſchen Nomenclatur für das antiphlogiſtiſche Syſtem, von Herrn **de Morveau, Lavoiſier, Berthollet** und **de Fourcroy**. Aus dem Franz.

von **Carl Freyherr von Meidinger.** Wien 1793. 8. Neue chemiſche Nomenclatur für die deutſche Sprache, von **Chr. Girtanner.** Berl. 1791. 8. Verſuch einer neuen Nomenclatur für deutſche Chemiſten, von **Joh. Andr. Scherer.** Wien 1792. 8. Verſuch einer franzöſiſch-lateiniſch-italiäniſch-deutſchen Nomenklatur der neuern Chemie. Leipz. 1793. gr. Fol. Neues chemiſches Wörterbuch, oder Handlexikon und allgemeine Ueberſicht der in neuern Zeiten entworfenen franzöſiſch-lateiniſch-italiäniſch-deutſchen chemiſchen Nomenclatur, von **Joh. Chr. Remmler.** Erfurt 1793. 8. Verſuch einer ſyſtematiſchen Nomenclatur für die phlogiſtiſche und antiphlogiſtiſche Chemie, von **Geo. Eimbke.** Halle 1793. 8. Verſuch eines Beytrags zu den Sprachberichtigungen für die deutſche Chemie, von **Joh. Fr. Weſtrumb.** Hannover 1793. 8. Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, von **Fried. Albr. Carl Gren.** Th. IV. Halle 1796. 8.

Aus dieſer kurzen Darſtellung ſieht man deutlich ein, in welchen Stücken ſich das neuere Syſtem von dem ältern unterſcheidet. Der Unterſchied beyder Syſteme beruhet nämlich keinesweges auf die Läugnung des Brennſtoffs, ſondern vorzüglich auf die Behauptung der einfachen und zuſammengeſetzten Stoffe. So werden im neuern Syſteme Stoffe als einfach angenommen, welche im ältern als zuſammengeſetzt gedacht wurden, und hinwiederum im neuern Syſtem Stoffe als zuſammengeſetzt, die im ältern Syſtem als einfach angeſehen wurden; ſo erhalten nach dem neuern Syſtem Körper durchs Hinzukommen eines Stoffs eine Gewichtszunahme, da nach dem ältern Syſtem die Entweichung eines Stoffs dieſes bewirkte. Dieſe veränderten Vorſtellungsarten ſind aber keines Weges in dem neuern Syſtem ganz willkürlich angenommen, ſondern ſie ſtützen ſich auf wahre Thatſachen und ſind mit der genaueſten Rechnung begleitet. Bey dem Verbrennen der verbrennlichen Körper und der Verkalkung der Metalle nahm man nach dem ältern Syſtem an, daß von dieſen Körpern Brennſtoff entweiche, und deſſen

ungeachtet nahm man bey dieſem Verluſte wahr, daß der Rückſtand am Gewichte zunahm. Man erſann daher Hypotheſen, um dieß zu erklären, welche ſich aber auf gar keine Thatſache gründeten, und ſehr geringe Wahrſcheinlichkeit gewährten. Nach dem neuern Syſtem hingegen nimmt man an, daß beym Verbrennen der Körper ſich ein Stoff, der Sauerſtoff, mit ihnen verbinde, welcher die Zunahme des Gewichtes am Rückſtande des verbrennlichen Körper verurſache. Dieſes wird aber nicht allein behauptet, ſondern durch eine genaue Berechnung bewieſen, daß die Gewichtszunahme gerade ſo groß iſt, als der Sauerſtoff ſelbſt wog; ja was noch mehr iſt, der Rückſtand ſelbſt iſt ſauer worden. (M. ſ. **Brennſtoff**). Ferner behauptete man nach dem ältern Syſteme, daß bey Phlogiſtiſirung der Luft Phlogiſton ſich mit ſelbiger verbände, und gleichwohl fand man die Luft am Gewichte ſowohl als am Umfange abnehmen. Weit natürlicher wird dieſes Phänomen durch die Zerſetzung des Sauerſtoffgas und das Zurückbleiben des Stickgas erkläret, wo der Sauerſtoff ſich mit dem Körper verbindet, und das Stickgas nicht erſt neu erzeuget wird, ſondern nur unzerſetzt zurückbleibt. Eben dieß findet auch bey andern Erklärungen Statt.

Einer der vorzüglichſten Stoffe, welcher in dem neuern Syſteme eine große Rolle ſpielet, iſt der Sauerſtoff. Man hat ihn aber noch nie abgeſondert darſtellen können, ſondern man nimmt ihn bloß hypothetiſch an, daß er in der atmosphäriſchen Luft verbreitet ſey. Es bleibt daher immer noch die Frage übrig, ob bey allen den leichten Erklärungen der Erſcheinungen nach dem neuern Syſteme die Sache ſich wirklich ſo in der Natur verhalte? Dieſe Frage hat große Streitigkeiten verurſachet, welche ich nachher in möglichſter Kürze angeben werde.

Schon im Jahre 1674 hat ein engliſcher Arzt, **D. Mayow** *), Ideen in ſeinen Schriften verbreitet, welche den anti-

*) J. A. Scherer Beweis, daß Joh. Mayow vor hundert Jahren den Grund zur antiphlogiſtiſchen Chemie und Phyſiologie gelegt hat. Wien 1793. 8.

antiphlogiſtiſchen ſehr ähnlich ſind, welche aber dazumahl, da die Chemie erſt in eine wiſſenſchaftliche Form gebracht wurde, kein Aufſehen weiter erregten, und erſt nach einem Jahrhunderte von dem Stifter des antiphlogiſtiſchen Syſtems, **Lavoiſier**, Beyfall erhielten. Dieſer überlieferte ſeine Gedanken der gelehrten Welt ſeit dem Jahre 1777. in einzelnen Abhandlungen, welche unter den Schriften der Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris ſich befinden, und wovon beſonders eine über die Verbrennung ſich auszeichnet α). Nachdem nun die von Herrn **Cavendiſh** und **Watt** β) angeſtellten Verſuche, daß eine Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft im gehörigen Verhältniſſe durch den elektriſchen Funken angezündet, ſich gänzlich in Waſſer verwandele, im Jahre 1783. durch D. **Blagden** nach Paris überbracht wurden; ſo wurde dadurch Herr **Lavoiſier** veranlaſſet, in Gegenwart der Herrn **de la Place**, **Meusnier** und **Monge** merkwürdige Verſuche, welche unter dem Artikel **Waſſer** angeführet werden, anzuſtellen. Dieſe Verſuche beſtimmten ihn, einen Waſſerſtoff anzunehmen, und ſtimmten mit ſeinen Ideen ſo ſehr überein, daß er den Mängeln, welche ſeinem Syſteme hier und da noch anhiengen, überall abhelfen konnte. Im Jahre 1789 war er alsdann im Stande, ſein neues Syſtem den Gelehrten vorzulegen, welches nachher von Hr. Hermbſtädt in die deutſche Sprache überſetzet wurde γ). Einen Auszug hiervon mit eigenen Beurtheilungen iſt vom Herrn Prof. **Link** δ) veranſtaltet wor-

α) Mémoir. ſur la combuſtion en général etc. in den Mém. de Paris 1777. p. 592. überſ. in Crells neueſt. Entdeck. in der Chemie. Th. V. S. 188.

β) Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc aus dem Franz. Th. II. Berlin u. St. 1787. Kap. 4. Ab. 1.

γ) Traité élémentaire de chimie, preſentée dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes P. M. *Lavoiſier* à Paris 1789. Vol. II. 8. des Herrn Lavoiſier Syſtem der antiphlogiſtiſchen Chemie a. d. Franz. von D. S. F. Hermbſtädt. Berlin u. Stett. 1792. II Bände. gr. 8.

δ) Lavoiſiers phyſ. chemiſche Schriften 5ter Band. Greifswalde 1794. 8. S. 154 — 288.

den. Noch weit ausführlicher wurde dieſes neue Syſtem vom Hrn. **Fourcroy** in der Ausgabe von 1791 aufgeführet [α]).

Unter den Deutſchen war Herr **Schurer** [β]) der erſte, welcher dieſes neue Syſtem in einer Diſſertation bekannt machte. Nachher unternahm es auch Herr **Girtanner** [γ]), ſelbiges in möglichſter Kürze zu entwerfen.

Dieſes neue Syſtem wurde von den deutſchen Chemikern mit einer gewiſſen Geringſchätzung und Kälte betrachtet. Hieran hatte, wie Herr **Lichtenberg** [δ]) vermuthet, der Charakter der Nation, wovon es herkam, einige Schuld. Es ſey nämlich Frankreich nicht das Land, aus welchem der Deutſche gewohnt ſey, bleibende Grundſätze für Wiſſenſchaften zu erwarten. In dieſer Vermuthung ſey der Deutſche nicht wenig durch den kindiſchen Triumph beſtärkt worden, welchen man in Paris über das Phlogiſton feyerte, indem Madame **Lavoiſier** als Prieſterinn gekleidet das Phlogiſton in einer Verſammlung verbrannte.

Verſchiedene deutſche Chemiker vom erſten Range läugneten einige der vorzüglichſten Thatſachen, auf welche ſich das neue Syſtem ſtützte. Man ſtellte denſelben manche Verſuche entgegen, welche ganz andere Reſultate zu geben ſchienen. Vorzüglich ſtellte Herr **Gren** eine Menge von Zweifeln und Gegengründen nicht allein in ſeinem Handbuche der Chemie, ſondern auch in einer beſondern Abhandlung über die Theorien vom Feuer, Wärme, Brennſtoff und Luft auf, und fügte zugleich einen kurzen Abriß von dieſem neuen Syſteme bey [ε]). Eben dieß thaten auch andere Chemiker, und die Phyſiker, welche von der Chemie nicht Profeſſion machen, ſtimmten

α) Elémens de l'hiſtoire naturelle et de chimie, par M. *Fourcroy*. à Paris 1791. Vol. I — V. 8.

β) Syntheſis oxygenii experimentis confirmata. edit. *Fr. Lud. Schurer*. Argent. 1789. 4.

γ) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie, von Chriſt. Girtanner. Berlin 1792. 8. 1795. 8.

δ) Anfangsgründe der Naturlehre, von Polyc. Erxleben. Sechste Aufl. in der Vorrede.

ε) Gren Journal der Phyſik. B. II, S. 295 u. f.

ſtimmten dieſen bey, indem ſie ihre Behauptungen eben ſo gut, wie die Antiphlogiſtiker, auf Erfahrungen baueten.

Das Zunehmen des Gewichtes der verbrannten und verkalkten Körper, welches die Antiphlogiſtiker durchs Hinzukommen eines neuen wägbaren Stoffs, des Sauerſtoffs, erklärten, war den Phyſikern ein vorzüglicher Stein des Anſtoßes; man erſann verſchiedene Hypotheſen, um dieß zu erklären, welche aber gar nicht für haltbar erfunden wurden. Herr **Gren** beſonders ſuchte dieſe Erſcheinungen durch die Annahme zu erklären, daß das Phlogiſton eine negative Schwere beſitze. Wie wenig aber dieſe Vertheidigung haltbar ſey, kann man unter dem Artikel **Brennſtoff** mit mehreren ſehen.

Die vorzüglichſten Fakta aber, auf welche die Antiphlogiſtiker ihre Theorie ſtützten, und welche die Phlogiſtiker abläugneten, waren: 1. daß der für ſich bereitete Queckſilberkalk, wenn er von der aus der Luft angezogenen Feuchtigkeit vorher durchs Feuer befreyet ſey, bey ſeiner Reduktion Lebensluft gebe, und 2. daß bey der Verbrennung einer hinlänglichen Menge von Phosphor die Lebensluft gänzlich verſchwinde. **Prieſtley**, **Scheele** und **Lavoiſier** behaupteten, daß ſie aus dem Queckſilberkalk Lebensluft erhalten hätten, und **Lavoiſier** betrachtete dieß als eine vorzügliche Stütze ſeines Syſtems, und als einen Hauptgrund gegen den Brennſtoff. Denn weil dieſe Reduktion ohne Zuſatz von verbrennlichen Dingen erfolget, ſo hat es einen hohen Grad von Wahrſcheinlichkeit, wenn ſich hierbey Lebensluft entwickelt, daß überhaupt bey jeder Reduktion ſich kein Phlogiſton mit dem reducirten Körper verbinde, ſondern vielmehr ein Stoff, den die Antiphlogiſtiker Sauerſtoff nennen, ſich davon abſondere. Dagegen verſicherten die Herren **Gren**, **Weſtrumb** und **Tromsdorf**, daß der im Feuer in offenen Gefäßen erſt bis zum Glühen erhitzte Queckſilberkalk nie Lebensluft gebe, und erſterer habe nur aus dem auf naſſem Wege mit Salpeterſäure bereiteten rothen Queckſilberkalk, oder an der Luft feucht gewordenen, Lebensluft erhal-

 ten

ten *). Allein in Berlin am 16ten September 1792 wurden vom Herrn **Peſchier** aus Genf in Gegenwart der Herren **Hermbſtädt, Karſten** und **Klaproth** Verſuche mit theils von London erhaltenem, theils ſelbſt zubereitetem Queckſilberkalk gemacht, wobey man aus einer halben Unze 44 Cubikzoll ſehr reines Sauerſtoffgas erhielt ᵝ). Nachdem wurden mehrere Verſuche von den Herrn **Gren, Weſtrumb** und **Tromsdorf** angeſtellt, die aber alle den Erfolg hatten, daß ſie keine Lebensluft erhielten. Im Jahre 1793 wurde endlich dieſer ſehr lebhafte Streit entſchieden; es wurden nämlich unter der Veranſtaltung des Herrn **Hermbſtädts** mit dem von Herrn **Weſtrumb** überſchickten Queckſilberkalke in Gegenwart von dreyzehn Perſonen Verſuche angeſtellt, welche es außer allem Zweifel ſetzten, daß auch die Reduktion des für ſich bereiteten Queckſilberkalkes wirklich Lebensluft erhalten werde.

Was das andere Faktum betrifft, worauf die Theorie des neuern Syſtems gegründet iſt, daß nämlich beym Verbrennen des Phosphors alle Lebensluft verſchwinde, ſo kann dieſes mit den Grundſätzen des ältern Syſtems gar nicht beſtehen. Denn nach dieſem muß ſich das aus dem angezündeten Phosphor abgeſchiedene Phlogiſton mit einem Theile der Luft verbinden, damit phlogiſtiſirte Luft bilden, und in dieſer Geſtalt unter der geſperrten Glocke zurückbleiben. Die Antiphlogiſtiker behaupten es aber als Thatſache, daß bey einer gehörigen Menge von Phosphor die Lebensluft ganz verſchwinde, und daß, wenn Stickluft zurückbleibe, dieſe ſchon vorher mit der reinen Luft vermiſcht geweſen ſey, und nicht erſt durch das Phlogiſton könne gebildet worden ſeyn. Dieſes Faktum wurde lange geläugnet, bis es endlich dem Herrn **Göttling** allhier gelang, dieſen wichtigen Verſuch auszuführen, und dadurch unwiderſprechlich zu beweiſen, daß die Behauptung der Dephlogiſtiſirung der Luft durchs Verbrennen

*) Journal der Phyſik B. I. S. 480. B. V. S. 46. B. VI. S. 33. 212. 214.

ᵝ) Gren Journal der Phyſik B. VI. S. 420.

brennen völlig grundlos ſey. Nachdem auch Herr Gren und andere dieſen Verſuch zuletzt zu Stande brachten, ſo bekannte er, daß er von der Wahrheit mehrerer Sätze des neuern Syſtems auf das evidenteſte überzeuget ſey, und das bisher von ihm vertheidigte Syſtem verlaſſe. Jedoch nimmt er aber immer noch den ſo genannten Brennſtoff an, um die Lücken, welche dem antiphlogiſtiſchen Syſteme noch offen ſind, mittelſt ſelbigen noch auszufüllen *).

Es iſt nun noch die Frage zurück, ob bey allen den leichten Erklärungen der Erſcheinungen nach dem neuern Syſteme die Sache ſich wirklich ſo in der Natur verhalte? Dieſe Frage entſcheidend zu beantworten iſt unmöglich, weil wir den Hauptweg, nämlich den der Natur noch nicht in unſerer Gewalt haben. Das ganze Gebäude der neuen Chemie iſt und bleibt hypothetiſch, und man hat ſich daher um deſto mehr zu hüten, ſich etwa täuſchen zu laſſen, je größer die ſcheinbare Deutlichkeit der Lehrſätze, das ſtete Hinweiſen auf angeblich wahre Thatſachen mit der genaueſten Berechnung, und die bewundernswürdige Leichtigkeit der Erklärungen iſt. Man muß allerdings alles genau prüfen, und die lehrreichen Zweifel und Bemerkungen der Gegner des antiphlogiſtiſchen Syſtems nicht aus den Augen laſſen. Einer der wichtigſten Gegner dieſes Syſtems iſt Herr **de Lüc**. Ein Brief von ihm **an de la Metherie** β) und ein anderer an **Fourcroy** über die moderne Chemie γ) enthalten bittere Kritiken über die Logik der Antiphlogiſtiker, oder wie ſie **de Lüc** nennt, Neologen. Nach ihm iſt der Fehler des Syſtems, daß es bloße Geſetze als phyſiſche Urſachen vortrage; als Thatſachen würden folgende vier Sätze angegeben: 1) die Grundlage der reinen Luft ſey das Princip aller Säuren. Dieß ſey aber nur aus Analogie bey Verbrennung des Schwefels und Phosphors geſchloſſen, 2) das

*) Journal der Phyſik B. VIII. S. 14.
β) *Rozier* journal de phyſ. 1791. T. XXXVIII. p. 378. in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 105.
γ) Ebendaſ. S. 400, und bey Gren, ebendaſ. S. 134.

Waſſer ſey aus den Grundlagen der Lebensluft und der brennbaren Luft zuſammengeſetzet; es ſey aber bloße Thatſache, daß durch der Verbrennung beyder Luftarten Waſſer erhalten werde; 3) die Grundlage der brennbaren Luft ſey ein Beſtandtheil des Waſſers, welches doch nur eine Folge aus dem vorigen Satze ſey; 4) die reine Kohle ſey einfach und eine ſäurefähige Grundlage; dieß ſey aber daher gefolgert, daß durchs Verbrennen der Kohle in reiner Luft ein Gas erzeuget werde, welches man hier gaz acide carbonique nenne. Es ſey alſo das, worauf ſich die ganze Theorie ſtütze, gar nicht auf Thatſachen ſelbſt gegründet, ſondern bloß auf Sätze, welche man aus ihnen herzuleiten glaube. Man wolle aus der Zuſammenſetzung des Waſſers die Meteorologie erklären, ohne die obern Luftſchichten genau zu kennen. Man nehme in den obern Gegenden der Atmosphäre brennbare Luft an, ohne ſich darum zu bekümmern, was ſie vor Folgen haben könne — ein bloßes Feuer auf einem hohen Berge müſſe die Atmosphäre anzünden. — Man ſolle nur erſt die Meteorologie beſſer ſtudiren, ſo werde man gewiß auch die Hypotheſe von der Zerſetzung und Zuſammenſetzung des Waſſers, und hiermit zugleich die vom Sauerſtoff und Waſſerſtoff verlaſſen. Uebrigens ſey es ganz unmöglich, den Regen aus der Feuchtigkeit der Luft zu erklären, man müſſe vielmehr annehmen, daß das Waſſer von einer Zerſetzung der atmosphäriſchen Luft herrühre, und mithin eine Grundlage derſelben ausmache.

Auch hält der Herr Hofr. **Lichtenberg** in der leſenswerthen Vorrede der ſechsten Ausgabe der errlebenſchen Anfangsgründe der Naturlehre die Vorſtellungen des Herrn **de Lüc** bey den Naturbegebenheiten im Großen weit angemeſſener, als die Erklärungen der Antiphlogiſtiker. Einige allgemeine Bemerkungen dieſes ſcharfſinnigen Naturforſchers kann ich nicht unberührt laſſen. Er ſagt, die franzöſiſche Chymie ſey ein Meiſterſtück als iſolirte Sammlung von Kenntniſſen oder, wenn man will, von iſolirter Wiſſenſchaft, nicht aber in ſo fern ſie ein Theil der Naturlehre im allgemeinſten

meinſten Verſtande iſt. Das eigentliche Geſchäfte eines allgemeinen Naturforſchers ſey; die iſolirten Beſchäftigungen einzelner Claſſen zu vergleichen und zuſammenzunehmen; er müſſe nicht nach **Bacons** Ausdrucke, Erklärungen in minoribus mundis ſondern in maiori ſiue communi ſuchen. Denn bey Zuſammenhaltung des neuern Syſtems mit den Erfahrungen, welche ſchon über verſchiedene Gegenſtände gemacht wären, würden noch manche Zweifel Statt finden. Hierbey ſchränkt er ſich nun auf zwey Hauptpunkte ein, auf die elektriſche Materie und die ſo genannte Zerſetzung des Waſſers. Er ſagt, wir finden elektriſche Materie überall, zumahl in der Atmoſphäre, bald ſtark, bald ſchwach, ſo wie die Feuchtigkeit, die eine ſo große Rolle darin ſpielt. Wir kennten freylich die elektriſche Materie noch nicht, da wir bloß beym Reiben ſtehen bleiben müßten; was würden wir aber von der Natur des Feuers wiſſen, wenn wir es bloß aus der Wärme zweyer an einander geriebener feſter Körper kennten? Alle Elektricität, die die Natur hervorbringe, ſo wie alles Feuer, das ſie ohne unſer Zuthun bewirke, bewirke ſie durch chemiſche Verbindung und Trennung. Man habe zwar geſagt; es ſey noch nicht erwieſen, daß die elektriſche Materie chemiſche Verbindungen eingehe. Allein ein Mahl ſey es doch von einer Materie, die ſich allen Sinnen offenbare, gewiß höchſt wahrſcheinlich, und dann könne man antworten: iſt uns vermuthlich manches bey der Wirkung des Feuers noch ſo dunkel, eben weil wir nicht wüßten was dieſes fünfte Element dabey thue. Man ſchriebe vielleicht oft manches dem Feuer oder dem Phlogiſton zu, was eigentlich der Elektricität gehöret, und dann habe man dieſe chemiſche Verbindung noch nicht geſehen, weil — man ſie nicht ſehen wolle. Man zerſetze durch ſie das Waſſer, die alkaliniſche Luft, die Salpeterluft, die ſchweren inflammabeln Luftarten, man vermindere damit die atmoſphäriſche, und erhalte durch ſie Salpeterſäure aus Stickluft und dephlogiſtiſirter. Was thue die Elektricität dabey? erſchüttere ſie bloß, oder wurfele ſie bloß, oder erhitze ſie bloß,

oder

oder verbinde ſie ſich, ganz oder ſelbſt zerſetzt, mit jenen Körpern und bringe dieſe Veränderungen hervor? Das letztere wollen die Antiphlogiſtiker nicht zugeben, ſondern den elektriſchen Funken bloß mechaniſch wirken laſſen, weil man die elektriſche Materie nicht anders kenne. Man habe den berühmten und in der That höchſt merkwürdigen Amſterdammer Verſuch von der Zerſetzung des Waſſers durch Elektricität als völlig entſcheidend für die neuere Chymie angeſehen. Hiergegen laſſe ſich ſehr vieles einwenden, ja es könnte leicht kommen, daß es gar ihr gefährlichſter Feind würde. Denn 1) hätte jenes erzeugte elaſtiſche Fluidum nothwendig herausgenommen und eudiometriſch geprüft werden müſſen, um zu ſehen ob es auch wirklich die gehörige Miſchung von gaz oxygène und hydrogène geweſen ſey. Wäre es aber auch wirklich jene Miſchung geweſen, ſo ſey ja die große Frage; hat ſich die elektriſche Materie etwa nicht zerſetzt, und hat nicht ein Theil von ihr mit dem Waſſerdampfe inflammable, und der andere mit demſelben dephlogiſtiſirte Luft gemacht? Daß ſich rückwärts bey dem Verbrennen der inflammabeln mit der dephlogiſtiſirten Luft keine Spur von Elektricität zeige, beweiſe nichts, ſo lange man nicht wiſſe, ob nicht die erzeugte combinirte Elektricität gerade diejenige ſey, welche die Capacität des entſtandenen Waſſers erfordere. Auch könne es für unſere Inſtrumente zu wenig ſeyn, und möchte ſich nur bey Verſuchen im Großen, ſo wie ſie die Natur anſtelle, bemerken laſſen. So könne der Blitz gar wohl bloß die Folge einer plötzlichen Verwandlung einiger Luftarten in Waſſerdunſt in der Atmoſphäre ſeyn. Es ſey dieß freylich nur Hypotheſe; allein was ſey dann von Seiten der neueren Chemie dieß Faktum, daß die Elektricität, als ſolche, nichts bey dem Proceſſe thue? Man werde aber ſagen, man habe ja das Waſſer auch auf eine andere Weiſe zerſetzet, und die alkaliniſche Luft in ihre Beſtandtheile zerleget, ohne alle Elektricität. Allein wo Kohlen und Gefäße ſind und wo Luft iſt, da ſey auch elektriſche Materie in Menge. Es ſollten alſo vor allen Dingen die

Verhält-

Verhältniſſe dieſer Materie auf andere Körper erſt näher unterſuchet werden, ehe man ſo gerade weg aburtheilte.

Wenn aber die Antiphlogiſtiker gegen de Lüc's Theorie des Regens und der Verwandlung des Waſſers in Luft einwenden, daß die Luft ſehr viel Waſſer aufgelöſet enthalten könne, welches das Hygrometer nicht anzeige, ſo iſt dieſes mit nichts erwieſen, und dann auch ein bloßer Wortſtreit. Es wird ja von de Lüc gar nicht geläugnet, daß das Waſſer noch da ſey, er ſoll nur ausgemacht werden, wie? vaporiſiret oder aëriſiret; als Luft zum permanentelaſtiſchen Fluido gebunden, oder als bloßer Dampf, von dem ſich, ſo wie die Temperatur ſinkt, immer die Gegenwart verräth. Eine Auflöſung bleibt es ja immer, nur bleibt die Frage, ob es in Luft oder zu Luft aufgelöſet ſey. Es ſoll ja ausgemacht werden, was Luft ſey, dieſes iſt ja der Hauptpunkt. Die Gegner des Herrn de Lüc ſagen, die Luft kann noch Waſſer enthalten, ſelbſt wenn bey niedrigen Temperaturen das Hygrometer auf Trockenheit weiſet; Herr de Lüc ſagt: Waſſer in elaſtiſcher luftförmiger Geſtalt, das bey keiner Temperatur mehr auf das Hygrometer wirkt, und nicht mehr naß macht, nenne ich Luft. Womit hat man es bewieſen, daß das Waſſer die Form der atmosphäriſchen Luft nicht annehmen könne? Warum wird denn Waſſerdampf durch ein glühendes irdenes Rohr gelaſſen größtentheils Stickluft? Und, wenn dieſe Stickluft luftförmiges Waſſer iſt, wie einige behaupten, was wird aus der Baſis der Salpeterſäure? Kann das Waſſer ein Beſtandtheil der brennbaren und der dephlogiſtiſirten Luft werden, ſo kann auch das, was bey dem Verbrennen dieſer Luftarten erhalten wird, wenn ſie gleich noch ſo trocken ſind, eben ſo wohl für ausgeſchiedenes als auch für erzeugtes Waſſer gehalten werden. Was müßte man nicht für eine ungeheure Menge brennbarer Luft in der Atmosphäre annehmen und mit reiner Luft abbrennen laſſen, um die Quantität des Regens zu erklären? Man hat noch gegen de Lüc eingewendet, die Meteorologie ſey eine noch viel zu wenig gegründete Wiſſenſchaft,

ſchaft, um daraus Schlüſſe gegen die Chymie und zumahl gegen die neue zu ziehen. Aber ſoll man die Beobachtungen der Meteorologen verſchweigen, weil ſie der Antiphlogiſtiker zu erklären nicht im Stande iſt? Lieber geſtehe man offenherzig: unſere Naturlehre beſtehe nur aus Bruchſtücken, welche der menſchliche Verſtand noch nicht zu einem einförmigen Ganzen zu vereinigen wiſſe.

In Anſehung der Nomenclatur findet Herr **Lichtenberg** manches ſehr durchdachte, das Nachahmung verdient, zumahl da, wo durch bloße Veränderung der Endſylben und gleichſam eine Art von Declination gewiſſe Relationen ausgedruckt werden wie ſulfate, ſulfite, ſulfure. Es wäre zu wünſchen, daß dieſe Methode häufiger wäre beobachtet worden. Wäre es nicht vielleicht beſſer geweſen, ſtatt des hypothetiſchen oxide de plomb, de mercure lieber plombide, mercuride zu ſagen. Die Wörter aber ſollen bloß Zeichen für den Begriff nicht Definitionen ſeyn. Die letztern ändern ſich mit den Meinungen, und alsdann verlieren ſolche definirende Nahmen ihre erklärende Kraft ſehr bald. Man iſt daher mit Abſchaffung von ſehr gangbaren Worten, welche den Gegenſtand, den ſie bezeichnen, unrichtig erklärten, viel zu ängſtlich geweſen. So hätte das Wort Metallkalk, als allgemein bekannt, gar wohl auch beybehalten werden können, da niemand dabey mehr an Kalkerde dachte. Dieß iſt aber gewiß tadelnswürdig, daß man wieder neue Hypotheſen in dieſe Sprache gemiſcht hat, wie oxygène. Im Vortrage hätte die Hypotheſe immer Statt finden können. Hypotheſen zu machen und ſie als eine Stimme der Welt vorzulegen, darf niemand gewehret ſeyn, ſie gehören dem Verfaſſer, aber die Sprache gehöret der Nation. Wer Hypotheſen ſchafft gibt bloß ſein unmaßgebliches Gutachten, und das iſt niemanden verwehrt, wer ſie der Sprache aufzwingt, publicirt Mandate, und da gehöret ſchon was dazu, ſie durchzuſetzen. Indeſſen haben es die Franzoſen durchgeſetzet, und da iſt es ſchade, daß man dieſen Zeitpunkt nicht genutzt hat, die neue Nomenclatur nach einer erſt feſtgeſetzten durchaus philoſo-

philoſophiſchen Theorie der Nomenclaturen überhaupt zu beſtimmen.

Indeſſen bleibt es doch ausgemacht, daß das antiphlogiſtiſche Syſtem bey allen den Lücken, die es noch offen läßt, und bey allen Fehlern der Nomenclatur, immer eine der vorzüglichſten Selle unter den Vorſtellungsarten behauptet, und in dieſer Rückſicht empfiehlt es ſich allerdings mehr als das ältere Syſtem.

Von den ſehr vielen chemiſchen Schriften ſetze ich nur einige hierher: Dictionnaire de Chymie, contenant la theorie et la pratique de cette Science — par M. *Macquer* à Paris 1766. Vol. I. II. II. 12. Allgemeine Begriffe der Chemie nach alphabetiſcher Ordnung a. d. Franz. überſ. und mit Anmerk. vermehrt, von **R. Wilh. Pörner.** Leipz. 1767. Th. I. II. 1769. Th. III. 8. Dictionnaire de Chymie — par M. *Macquer* ſec. edit. à Paris 1778. T. I-IV. 8 u. 4. Herrn **Pet. Joſ. Macquer** chymiſches Wörterbuch, oder allgemeine Begriffe der Chemie nach alphabetiſcher Ordnung. Aus dem Franz. mit Anmerk. und Zuſätz., von **Joh. Gottfr. Leonhardi.** Leipz. Th. I-III. 1781. Th. IV-V. 1782. Th. VI. 1783. 8. Neue vermehrte Ausgabe Leipz. 1788 — 1791. Th. I-VII. 8. Neue Zuſätze und Anmerkungen zu **Macquers** chymiſchen Wörterbuche erſtere Ausgabe, von **Joh. Gottfr. Leonhardi.** Leipz. B. I. 1792. B. II. 1793. 8. *Elémens* de chymie par M. Chaptal à Montpell. Vol. I-III. 1790. 8. **J. A. Chaptals** Anfangsgründe der Chemie a. d. Franz. mit Anmerk. von **Fr. Wolf.** Königsb. Th. I. 1791. Th. II-III. 1792. 8. Syſtematiſcher Grundriß der allgemeinen Experimentalchemie, von **Sig. Fr. Hermbſtädt.** Berlin 1791. Th. I-III. 8. **Fr. Ad. Richters** Lehrbuch der Chemie. Halle 1791. 8. **J. F. A. Göttlings** Verſuch einer phyſiſchen Chemie. Jena 1792. 8. **Joſ. Franz Edlen von Jacquin** Lehrbuch der allgemeinen und medizíniſchen Chymie. Th. I. II. Wien 1793. 8. Anfangsgründe der Chemie, zum Grundriß academiſcher Vorleſ. nach dem neuen Syſtem abgefaßt, von

Hilde-

Hildebrand. Erlangen 1794. S. I-III. 8. Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, von Gren. Th. I. u. II. 1794. 8. Th. III. 1795. Th. IV. 1796. Grundriß der Chemie nach den neueſten Entdeckungen entworfen u. zum Gebrauch akadem. Vorleſ. eingerichtet, von Gren. Th. I. Halle 1796. 8. Th. II. 1797. 8. Lorenz Crell chemiſche Annalen vom Jahre 1786 wird jährlich in 2 Bänden fortgeſetzt. Annales de chimie, ou recueil de mémoires concernant la chimie et les arts, par Mrs. de *Morveau* (*Guyton*), *Lavoiſier*, *Monge*, *Berthollet*, *de Fourcroy* etc. à Paris T. I-XV. 1789-1792.

Chemiſche Harmonika (harmonica chemica). Man entwickele aus Kochſalzſäure und Zink Waſſerſtoffgas in einem Gefäße, das weder zu klein noch zu niedrig iſt, damit nicht während des Aufwallens etwas zu hoch heraufgetrieben werde und die Flamme verlöſche. Das Gefäß, in welchem das Waſſerſtoffgas entwickelt wird, wird mit einem genau paſſenden Kork verſtopfet, durch welchen man eine 4 bis 6 Zoll lange an beyden Enden offene Barometerröhre geſteckt hat. Die Barometerröhre darf durch den Kork nicht weit in das Gefäß reichen, damit die Flüſſigkeit ſie nicht während des Aufwallens berühre. An dem offenen Ende der Röhre wird alsdann das Gas angebrennt, doch muß dieſes Anbrennen nicht zu früh geſchehen; ja nicht eher, als bis keine atmosphäriſche Luft mehr mit dem Gas vermiſcht herauskömmt, ſonſt wird der Korkſtöpſel nebſt der Röhre mit einem Knalle bis an die Decke des Zimmers geworfen. Wenn nun das Gas ruhig brennt, ſo hält man über die Flamme einen Glascylinder. Bald wird ſich ein Laut hören laſſen, welcher oft ſo hell und durchdringend iſt, daß er faſt betäubt. Mit einem Cylinder von zwey Zollen im Durchmeſſer, 12 bis 14 Zolle lang und an dem einen Ende verſchloſſen, gelingt der Verſuch gut. Nachdem der Cylinder höher oder niedriger gehalten wird, iſt auch der Ton verſchieden. Man kann den Ton modificiren, wenn man zwey oder drey Fingerſpitzen in die Oeffnung hält. Uebrigens muß der Cylinder inwendig

dig trocken ſeyn, ſonſt entſteht kein Ton. Dieſe beſchriebene Vorrichtung nennt man die chemiſche Harmonika.

Dieſes Phänomen wird vom Herrn **Hermbſtädt** aus dem bey der Verbrennung entſtehenden luftleeren Raume und dem Zutritte der äußern kältern Luft erkläret.

M. ſ. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. S. 73.

Citronenſäure (acidum citri ſ. citricum, acide citrique) iſt eine eigene mit Eſſigſäure und vielen gallertartigen Theilen verbundene Säure im Citronenſafte. **Scheele** [α]) hat zuerſt ein Mittel gezeiget, die eigentliche Citronenſäure zu ſcheiden. Man ſättiget nämlich erhitzten Citronenſaft mit gepulverter Kreide, dabey entſteht ein Aufbrauſen, und die Citronenſäure verbindet ſich mit der Kreide zu einem ſchwer auflößlichen Salze, das ſich niederſchläget. Dieſen Niederſchlag ſüßt man mit deſtillirtem Waſſer ab. Hierauf gießt man ſo viel ſtark verdünnte Schwefelſäure in einen gläſernen Kolben, daß die Kreide damit völlig geſättiget werde, rührt alles wohl um, und läßt es einige Minuten lang ſieden. Nach dem Erkalten wird alles durchgeſeihet, da dann die durchſeihete Flüſſigkeit die reine Citronenſäure iſt, welche durchs Abdampfen in Cryſtallen anſchießt. Eine andere Methode, die Citronenſäure rein abzuſcheiden, hat Herr **Richter** [β]) bekannt gemacht. Man ſättiget den Citronenſaft mit Laugenſalz, ſeihet dieſe Lauge durch, und tröpfelt ſo lange von einer Auflöſung des eſſigſauren Bleyes dazu, bis kein weißer Niederſchlag mehr entſteht. Die Citronenſäure verbindet ſich hier mit dem Bleykalke, und die Eſſigſäure mit dem Laugenſalze. Das citronenſaure Bley wird nun mit einer hinlänglichen Menge verdünnter Schwefelſäure digeriret, und öfters umgerühret, wo die darüber ſtehende klare Flüſſigkeit

α) Ueber die Cryſtalliſirung der Citronenſäure in Crells chem. Annalen J. 1784. B. II. S. 3. ff.

β) Abhandlung über die neuern Gegenſtände der Chemie. St. I. S. 59. ff.

Flüſſigkeit die reine Citronenſäure enthält, welche man abſeihet, bis zur Saftdicke abdampft, mit einigen Tropfen verdünnter Salpeterſäure verſetzet, und in gelinder Wärme zu Cryſtallen anſchließen läßt.

Die Citronenſäure iſt im Feuer verbrennlich und zerſtörbar, und läßt ſich nach **Weſtrumb** [α]) und **Hermbſtädt** [β]) durch Salpeterſäure in Sauerkleeſäure verwandeln, wiewohl dieſes nach **Scheele** und **Richter** nicht angehet. Mit Alkalien und Erden bildet ſie eigene Neutral- und Mittelſalze.

Nach dem neuern Syſteme iſt ſie zuſammengeſetzt aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff, welche durch den Sauerſtoff eine Säure geworden ſind. Nach dem ältern Syſteme aber, aus Brennſtoff, Waſſerſtoff, kohlenſaurer Grundlage und Baſis der Lebensluft; oder aus Brennſtoff, Waſſer und kohlenſaurer Grundlage. Das Verhältniß dieſer Beſtandtheile gegen einander iſt aber ganz anders, als in der Weinſteinſäure und Sauerkleeſäure.

Clavier, elektriſches (Clavecin électrique) iſt eine elektriſche Vorrichtung, durch eine gewöhnliche Claviatur mittelſt der Elektricität ſilberne oder metallene Glocken zum Tönen zu bringen. Es iſt dieſes elektriſche ſo genannte Spielwerk vom P. **Laborde** [γ]) angegeben worden. Es hängen an einem durch ſeidene Schnüren iſolirten eiſernen Stabe metallene Glocken von verſchiedenen Tönen. Für einen jeden Ton müſſen zwey gleichtönende Glocken vorhanden ſeyn, deren eine an einem Metalldrahte, die andere aber an einer ſeidenen Schnur von dem eiſernen Stabe herabhängt. Zwiſchen beyden Glocken hängt ein kleiner Knöppel, ebenfalls an einer ſeidenen Schnur, wie bey dem gewöhnlichen elektriſchen Glokkenſpiele, herab. An der letzten Glocke, welche vom eiſernen Stabe an einer ſeidenen Schnur herabhängt, iſt ein Draht befeſtiget, welcher ſich unten in einen Ring endiget. In dieſen Ring greift ein kleiner auf einem eiſernen iſolirten Stabe

α) Kleine phyſ. chem. Abhandl. B. II. H. I. S. 152. ff.
β) Phyſ. chem. Verſuche und Beobachtungen. B. I. S. 207.
γ) Clavecin électrique à Paris 1761. 8.

Stabe befeſtigter Hebel ein. Wenn nun mittelſt einer Elektriſirmaſchine beyde eiſerne Stäbe elektriſiret werden, ſo wird dadurch allen Glocken die Elektricität mitgetheilet, und der Knöppel bleibt ruhig. So bald aber auf der Claviatur eine Taſte niedergedruckt wird, ſo klemmt ſich der damit verbundene Hebel an einen eiſernen nicht iſolirten Stab an, und es wird folglich die Elektricität der einen Glocke in dem Moment abgeleitet. Es muß alſo der Knöppel, welcher nun zwiſchen einer iſolirten und nicht iſolirten Glocke hängt, in eben dem Moment zu ſpielen anfangen, und einen gleichtönenden Ton geben. So lange die Taſte niedergedruckt wird, ſo lange wird auch das Läuten des Knöppels anhalten. So bald aber die Taſte verlaſſen wird, ſo fällt auch der Hebel auf den elektriſirten und iſolirten eiſernen Stab zurück, und das Anſchlagen hört ſogleich auf. Hieraus ſieht man, daß ein ſolches Inſtrument eben ſo wie ein gewöhnliches Clavier geſpielt werden könne.

Clima ſ. **Klima**.

Coaguliren ſ. **Gerinnung**.

Cohärenz ſ. **Cohäſion**.

Cohäſion, Zuſammenhang (cohaeſio ſ. cohaerentia corporum, cohéſion ou cohérence des corps). Hierunter verſteht man das allgemeine Phänomen der Körper, deren Theile ſo mit einander verbunden ſind, daß eine gewiſſe Kraft dazu erfordert wird, ſie von einander zu trennen. Dieſes Phänomen zeigt ſich aber allererſt bey der unmittelbaren Berührung der materiellen Theile. Die Kraft, mit welcher die ſich berührenden materiellen Theile der Trennung derſelben wiederſtehen, nennt man **Cohärenz**, auch **Cohäſionskraft**. Man nennt ſie auch wohl **anziehende Kraft**, Kraft der **Attraction**, weil die Materien in ihrer Berührung wechſelſeitig ſich gleichſam anzuziehen ſcheinen. Da ſie aber leicht mit der Anziehung, welche auch in die Ferne wirket, verwechſelt werden, und zu irrigen Folgen leiten könnte, ſo wird es allemahl ſicherer ſeyn, ſich lieber des Ausdrucks Cohärenz oder Cohäſionskraft zu bedienen.

Die Cohäſionskraft wirket bey verſchiedenen Materien auch ſehr verſchieden. Man hat aber noch kein einziges allgemeines Geſetz ausfindig machen können, nach welchem ſich die Größe dieſer Kraft richtete. Sie läßt ſich ganz allein aus dem Widerſtande ermeſſen, welchen die zuſammenhängenden Theile derjenigen Kraft entgegenſetzen, die ſie von einander trennen will. Auf die Verſchiedenheit der Kraft, womit die Theile der Körper unter ſich zuſammenhängen, wird in allen Lehrbüchern der Naturlehre die Eintheilung der Körper in **feſte** und **flüſſige** gegründet. Man verſteht nämlich unter **flüſſigen** Körpern diejenigen, deren Theile den geringſten Zuſammenhang unter ſich haben, unter **feſten** aber, deren Theile derjenigen Kraft, welche ſie zu trennen ſtrebet, mächtig widerſtehen. Dieſe Begriffe ſind aber offenbar falſch, denn der Hauptcharakter einer Flüſſigkeit iſt nicht der äußerſt geringe Zuſammenhang der Theile, ſondern vielmehr, daß ihre Theile unter einander der vollkommenſten Berührung fähig ſind. Dieß beweiſet offenbar ihr eigenes Beſtreben, diejenige Geſtalt anzunehmen, wodurch ſie in das vollkommenſte Gleichgewicht, und damit in die größt mögliche Berührung unter ſich ſelbſt kommen, nämlich die Kugelgeſtalt, wovon die feſten Körper gar nichts zeigen. Es iſt nicht zu läugnen, daß der Zuſammenhang der Theilchen einer flüſſigen Materie leicht aufgehoben werden kann; allein dieß iſt gerade ein Beweis, wie ſehr ſie unter einander zuſammenhängen, und vielleicht ſtärker als man gemeiniglich glaubt. Denn weil jedes flüſſige Theilchen von allen Seiten gleich ſtark angezogen wird, ſo heben ſich alle die Wirkungen wechſelſeitig gegen einander auf, und das Theilchen iſt eben ſo beweglich wie im leeren Raume, oder es kann von der geringſten Kraft **verſchoben**, nie aber aus der Berührung gebracht werden. Solche Körper, deren Theile vermittelſt einer jeden Kraft nicht ſogleich verſchoben werden können, welche folglich mit einem gewiſſen Grade der Kraft dem Verſchieben der Theile widerſtehen, heißen eigentlich **feſte**, beſſer **ſtarre Körper** (corpora rigida). Das

Hinder-

Hinderniß des Verſchiebens der materiallen Theile an einander, heißt die **Reibung.** Es erleidet alſo die flüſſige Materie in ihrer Theilung keine Reibung. Denn in Anſehung einer flüſſigen Materie kömmt es gar nicht auf den Grad des Widerſtandes an, welchen ſie dem Zerreißen der Theile, ſondern ganz allein der Verſchiebbarkeit derſelben entgegenſetzet. Jener Grad kann ſo groß als man will ſeyn, ſo iſt doch dieſer in einer flüſſigen Materie jederzeit = 0. Mehr hiervon ſ. m. unter dem Artikel **Körper, feſte, flüſſige.**

Die Stärke des Zuſammenhanges der Theile feſter Körper iſt nicht immer im Verhältniſſe mit den Dichtigkeiten der Materie, indem oftmahls die dichteſten Körper keinen ſo großen Zuſammenhang ihrer Theile als wenig dichtere Körper haben. So iſt z. B. Gold weit dichter als Eiſen, und gleichwohl iſt der Zuſammenhang im Golde weit ſchwächer als im Eiſen. Um die Stärke des Zuſammenhanges feſter Körper gehörig zu beſtimmen, hat man Gewichte gebrauchet, welche zum Zerreißen derſelben bey gegebener Dicke und Länge nöthig waren. Vorzüglich hat hierüber **Muſſchenbroek** *) ſehr zahlreiche Verſuche mit verſchiedenen Körpern angeſtellet, dabey aber keine Rückſicht auf ihre Längen genommen hat. Es wird zwar niemand zweifeln, daß dieſe Verſuche fürs gemeine Leben ungemein nützlich ſind; jedoch läßt ſich aber daraus keinesweges auf die wahre Größe der Wirkung der Cohäſionskraft ein Schluß machen, weil ſich die Theile, ehe ſie zerreißen, erſt merklich verſchieben, und folglich in einer weit kleinern Fläche zerreißen, als angenommen wird. **Muſſchenbroek** ließ ſich verſchiedene Parallelepipeda aus reinem Metall gießen, wovon jede Seite 0,17 rheinl. Zoll hatte, dieſe hängte er an der einen Grundfläche auf, an der andern aber brachte er eine Wage mit hinlänglich ſtarken Ketten an, und legte in ſelbige nach und nach ſo viele Gewichte, bis die Parallellepida zerriſſen; die Reſultate davon waren:

*) Introductio ad philoſophiam naturalem T. I. S. 390. ff.

Deutſches Eiſen	zerriß	von	1930	Pfund
fein Silber	—	—	1156	—
ſchwediſches Kupfer	—	—	1054	—
feines Gold	—	—	578	—
engliſches Zinn	—	—	150	—
Bancazinn	—	—	104	—
Malaccazinn	—	—	91	—
goslariſch. Zink	—	—	76 · 83	—
Spiesglaskönig	—	—	30	—
engliſch Bley	—	—	25	—

Es verhielten ſich alſo hier die Feſtigkeiten der verſchiedenen Metalle, wie die zum Zerreiſſen angewandten Gewichte. So wäre z. B. Eiſen $\frac{1930}{104} = 18\frac{22}{52}$ Mahl feſter als Bancazinn, und ſchwediſches Kupfer $\frac{1054}{25} = 42\frac{4}{15}$ Mahl feſter als engliſch Bley u. ſ. f. Uebrigens erhielten die gegoſſenen Metalle durch das Schlagen eine größere Stärke, durch zu vieles Schlagen aber auch wieder eine geringere. Aehnliche Verſuche ſtellte er mit viereckigen, 0,27 rheinl. Zoll ins Gevierte haltenden, Parallelepipedis von verſchiedenen Holzarten an.

Eſchenholz	zerriß	von	1250	Pfund
Büchenholz	—	—	1250	—
Eichenholz	—	—	1150	—
Erlenholz	—	—	1000	—
Lindenholz	—	—	1000	—
Ulmenholz	—	—	950	—
Tannenholz	—	—	600	—
Fichtenholz	—	—	550	—

mithin verhielt ſich die Feſtigkeit des Eichenholzes zu der des Tannenholzes wie 1150 : 600 = 115 : 60 = 23 : 12 u. ſ. f. Größere Verſuche mit Holzarten ſtellte der Graf de Büffon *) an. Von den muſſchenbroekſchen Verſuchen weichen diejenigen ab, welche

*) Expériences ſur la force des bois, in den Mém. de l'Acad. roy. des ſc. 1740. S. 150.

welche der Graf **von Sickingen** *) mit Metallen angeſtellet hat; dieſer aber nahm nicht allein auf die Dicke, ſondern auch auf die Länge, Rückſicht. Er ließ von einigen Metallen Drahte verfertigen von 0,3 pariſer Linien im Durchmeſſer und 2 Fuß Länge, und ſeine Reſultate waren:

Gold zerriß von 16 Pfund 6 Unz. — $43\frac{3}{4}$ Grän franz. M.G.
Silber — — 20 — 11 — 1 Q. $43\frac{1}{7}$ — — —
Platina — — 28 — 7 — 3 — — — — —
Kupfer — — 33 — 7 — — 64 — — —
Eiſen — — 60 — 12 — — 8 — — —

Ueber die Stärke von metalliſchen Gemiſchen hat Herr **Achard** β) ſehr zahlreiche Verſuche angeſtellet.

Dieſe angegebenen Verſuche über den Zuſammenhang der Theile feſter Körper betreffen allein die **abſolute Cohäſion**, bey welcher angenommen wird, daß ſie dem Gewicht gleich ſey, welche ſelbige gerade zu überwinden vermögend iſt. Man unterſcheidet von dieſer die **reſpektive Cohäſion**, worunter man diejenige verſtehet, womit der Zuſammenhang der Theile eines feſten Körpers einem Gewichte widerſtehet, das mit einem beſtimmten Moment den Körper zu zerbrechen ſtrebet.

Es ſey (fig. 79.) a b ein horizontalliegender Balken, welcher bey a noch unterſtützet iſt, jedoch ſo, daß das hervorragende Stück a b weiter nicht gehalten wird. In b hänge ein Gewicht p, ſo wird dieß den Balken in der Gegend bey a zu zerbrechen ſtreben, und auch wirklich zerbrechen, wenn der Zuſammenhang bey a nicht ſtark genug iſt. Die Ebene des Bruchs ſey d a c, ſo muß es in ſelbiger einen Punkt f geben, welcher die Eigenſchaft beſitzet, daß wenn an demſelben die abſolute Cohäſionskraft angebracht würde, ihr Moment gegen a c eben ſo groß wäre, als die Summe der einzelnen Momente aller Cohäſionskräfte, die jeden Punkt der Ebene d a c halten. Dieſer Punkt wird der **Mittelpunkt der Cohäſion** genannt. Iſt nun e f ſein Abſtand von a c,

 und

*) Verſuche über die Platina. Mannheim 1782. 8.
β) Traité ſur les proprietés des alliages metalliques. à Berlin 1788. 4.

und man ſetzt die abſolute Cohäſionskraft $= v$, ſo muß im Falle des Gleichgewichtes die reſpektive Cohäſion $p = \frac{v.ef}{ab} = \frac{\frac{1}{2} ad.v}{ab}$ ſeyn. Man ſetze die Dicke des Balkens $ad = \alpha$ die Breite $ac = \beta$, und die Länge $ab = \gamma$, folglich $p = \frac{\frac{1}{2}\alpha.v}{\gamma}$. Die abſolute Cohäſion iſt aber der Fläche dac proportional, folglich kann man für v auch $\alpha\beta$ ſchreiben, und dieß gibt $p = \frac{\alpha\beta.\frac{1}{2}\alpha}{\gamma}$. Es iſt dieß die Regel des Galilei *). Man nehme an, es wären (fig. 79. 80.) ab und gh zwey ungleich lange Parallelepipeda von gleicher Maſſe und Feſtigkeit und gleicher Grundfläche, und es ſey $gh = \lambda$, ſo hat man $q = \frac{\frac{1}{2}\alpha.v}{\lambda}$, folglich $p:q = \frac{1}{\gamma}:\frac{1}{\lambda} = \lambda:\gamma$, d. h. **die reſpektiven Cohäſionen zweyer ungleich langer Parallelepipeden verhalten ſich umgekehrt wie ihre Längen.** Wäre ein Parallelepipedum noch ein Mahl ſo breit als ab (fig. 79.) bey eben der Länge und Dicke, ſo muß auch die reſpektive Cohäſion noch ein Mahl ſo groß ſeyn, weil v noch ein Mahl ſo groß iſt. Und überhaupt muß die reſpektive Cohäſion μ Mahl größer ſeyn, wenn der Körper bey eben der Dicke und Länge μ Mahl breiter iſt; mithin folgt daraus folgender Satz: **die reſpektive Cohäſion zweyer gleichartigen und für ſich gleich feſten Parallelepipeden von gleicher Länge und Dicke verhält ſich wie die Breite dieſer Körper.** Wäre ferner ein Parallelepipedum noch ein Mahl ſo dick als ab (fig. 79.) bey einerley Länge und Breite, ſo muß nicht allein die reſpektive Cohäſion, ſondern auch der Abſtand des Mittelpunktes der Cohäſion von der Grundlinie noch ein Mahl ſo groß als v und ef ſeyn, und überhaupt müſſen die reſpektive Cohäſion und jener Abſtand vom Mittelpunkte der Cohäſion μ Mahl

*) In mechan. dial. II. p. 103.

μ Mahl größer als v und ef ſeyn. Daraus folgt dieſer Satz: **die reſpektive Cohäſion zweyer gleichartigen, und für ſich gleich feſten Parallelepipeden von gleicher Länge und Breite, verhält ſich wie das Quadrat ihrer Dicke.** Aus der Verbindung jener drey Sätze folgt überhaupt, **daß das Verhältniß der reſpektiven Cohäſion zweyer gleichartigen Körper von einerley Feſtigkeit aus den Verhältniſſen der Breiten, des Quadrats, der Dicke und dem umgekehrten Verhältniß der Längen zuſammengeſetzet ſey.** Dieſe Regeln gründen ſich auf die Vorausſetzung, daß alle Faſern des Körpers in der Ebene des Bruchs gleich ſtark widerſtehen, und zugleich zerbrechen, welches aber in der Natur nie völlig Statt hat. Bey den Holzarten vorzüglich werden ſich die Theile biegen, ehe ſie noch zerbrechen, und ſchon dadurch eine merkliche Abweichung von den Regeln geben. Bey alle dem bleibt es aber doch ausgemacht, daß dieſe Regeln in der Ausübung von Nutzen ſind, indem man dadurch wenigſtens einiger Maßen die Stärke der feſten Körper berechnen kann, wenn nur von jeder Art der feſten Körper ein einziger Verſuch ſo angeſtellet worden. **Muſſchenbroek** hat auch hier einige Verſuche erzählet. Ein Parallelepipedum, deſſen Durchſchnitt ein Quadrat war, wovon jede Seite 0,27 rheinl. Zoll hatte,

aus Büchenholz,	ward zerbrochen von	$56\frac{1}{2}$ Unzen
— Eichenholz	— — —	48 —
— Erlenholz	— — —	48 —
— Ulmenholz	— — —	44 —
— Fichtenholz	— — —	40 —
— Tannenholz	— — —	$36\frac{1}{2}$ —

Der Abſtand des Gewichtes von der Ebene des Bruchs war 10 Zoll.

Mariotte [α]) und der Herr **von Leibnitz** [β]) haben den Umſtand von der Biegſamkeit der Körper und der Aus-

α) Traité du mouvement des eaux. Part. V. diſcour. II.
β) Acta eruditor. Lipſ. 1684. p. 385.

dehnung ihrer Faſern mit in Betrachtung gezogen, und dadurch die Theorie demjenigen, was die Verſuche lehren, wirklich näher gebracht. Es ſey nämlich (fig. 81.) a b c d eine Ebene durch den Schwerpunkt des Balkens, welchen die Kraft p bey a zerbricht. Dieſe Ebene ſey vertikal und auf der Ebene des Bruchs ſenkrecht. Ehe der Bruch bey a erfolget, müſſen ſich die Faſern bey e, f, h nach d, i, l ausdehnen. In dieſem Zuſtande werden ſie deſto ſtärker gedehnt ſeyn, je größer ihr Abſtand von a iſt, ſo daß z. B. e d ſtärker als f i, f i ſtärker als h l u. ſ. gedehnet iſt. Weil nun dieſe Faſern nach der Vorausſetzung die parallele Lage jerhalten, ſo hat man a h : a f : a e = h l : f i : e d u. ſ. Einerley Faſer wird nun deſto ſtärker gedehnt, je größer die Kraft iſt, welche ſie zieht. **Mariotte** und **Leibnitz** nehmen an, die Größe dieſer Ausdehnung der Faſer ſey der Stärke der Kraft proportional, welche die Faſer dehnt. Alles, was mit den Faſern in dieſer Ebene a b c d vorgeht, eben das widerfähret den Faſern in den Ebenen, welche damit parallel ſind. Der Mittelpunkt der Cohäſion bleibt noch in der geraden Linie ae, aber er liegt nun nicht mehr in der Mitte derſelben, weil auf der geraden Linie a e nicht mehr gleiche Kräfte drucken. Ein jeder Theil dieſer Linie, wie a h, wird von einem Theile der ganzen Kraft gedruckt, welcher ſich zur ganzen Kraft verhält wie das Dreyeck a h l zum ganzen Dreyecke a e d. Es ſind aber die Richtungen der einzelnen gedehnten Faſern einander parallel, es muß alſo die mittlere Richtung durch den Punkt g gehen, wenn man $a g = \frac{2}{3} a e$ nimmt.

Würde eine Kraft den Körper nach der Länge a b ziehen, ſo werden alle Faſern e d, f i, h l u. ſ. gleich ſtark gedehnt. Wenn nun alle dieſe Faſern nicht eher reiſſen, bis ſie alle zur Länge e d ausgedehnt ſind, ſo wird die abſolute Kraft, welche den Körper nach ſeiner Länge zerreiſſen ſoll, doppelt ſo groß ſeyn müſſen, als die Summe aller Kräfte, welche nöthig ſind, um die Faſern e d, f i, h l u. ſ. ſo zu dehnen, wie es die Figur vorſtellet. Setzt man nun die abſolute Cohäſion = v, ſo iſt beym horizontalen Bruch des Körpers,

ſo wie ihn die Figur vorſtellet, $ag \cdot \frac{1}{2} v = ab \cdot p$. Es wär aber $ag = \frac{2}{3} ab$ oder $ag = \frac{2}{3} ad$, folglich erhält man $\frac{1}{3} ad \cdot v = ab \cdot p$ und $p = \frac{\frac{1}{3} ad \cdot v}{ab}$. Dieſe Regel kömmt mit den Verſuchen viel näher überein, als die oben gegebene **galileiſche**; allein man kann doch noch nicht alles, worauf ſie ſich gründet, als wahr annehmen. **Varignon** α) hat ſchon gegen den Satz, daß die Ausdehnung der Faſern der dehnenden Kraft proportional ſey, verſchiedene Erinnerungen gemacht, und **Jakob Bernoulli** β) zeigt, es ſey bey gedehnten Faſern das Verhältniß der größern Dehnung zur kleinern allemahl kleiner als das Verhältniß der größern dehnenden Kraft zur kleinern. Hierbey erinnert er zugleich, daß nicht nur die oberſten Faſern wie ed ausgedehnt, ſondern auch einige der untern bey a zuſammengedruckt werden. **Bernoulli** ſchließt nun, daß eine Faſer, welche von einem gewiſſen Gewichte um die Hälfte ihrer Länge zuſammengedruckt iſt, von einem doppelt ſo großen Gewichte nicht doppelt ſo viel zuſammengedruckt werden könne, weil ſonſt die Länge der Faſer dadurch $= 0$ würde, welches der Natur der Körper zuwider iſt. Daß dieß auch für dehnende Kräfte gelte, ſey daraus klar, weil dehnende und drückende Kräfte nur in Anſehung ihrer Richtung verſchieden wären. Hierauf gründet nun **Bernoulli** γ) ſeine Unterſuchung über die Vergleichung der reſpektiven Cohäſion eines Körpers mit ſeiner abſoluten Cohäſion. Er bringt aus ſeinen Schlüſſen die Folge heraus, daß $p < \frac{\frac{1}{3} ad \cdot v}{ab}$ ſey. Die allgemeinſten Unterſuchungen über die Vergleichungen der reſpektiven und abſoluten Cohäſion hat **Varignon** angeſtellet. Die Regel, welche **Varignon** herausgebracht hat, wird von **Bilfinger**

α) Mémoires de l'Acad. de Paris. An. 1702.

β) Mémoir. de l'Acad. de Paris. An. 1705.

γ) Veritable hypotheſe de la reſiſtence des ſolides in d. oper. T. II. N. CII. p. 976.

finger α) auf einem kürzern Wege gefunden. Auch hat Kraft β) allgemeine Unterſuchungen darüber angeſtellt.

Herr Prof. **Schmidt** γ) in Gießen hat auch die Geſetze der reſpektiven Cohäſion hohler feſter Körper zu entwickeln geſucht, und gefunden, daß die Stärke eines hohlen Parallelepipedi ſo berechnet werden muß, als wenn die Theile, woraus es zuſammengeſetzet iſt, einzeln gebrochen werden ſollten. Stellt nämlich (fig. 82.) abcd den Querſchnitt eines Parallelepipedi oder hier die Ebene des Bruchs vor, ſo wird der Hebelarm der Cohäſion für die beyden hohlen Stücke ad und bc die Linie ik, und der Hebelarm für die beyden andern Seitenſtücke die Hälfte von fm. Hiernach ſtellte er verſchiedene Verſuche an, und fand ſie mit der Berechnung ziemlich übereinſtimmend. Nach dem erſten Verſuche, bey welchen er ein hohles und maſſives Parallelepipedum von eichenem Holze, deſſen ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers = 0,739 war, gebrauchte, hatte der Querſchnitt des maſſiven 6 Linien in der Breite und Höhe, am Querſchnitte des hohlen aber betrug die Breite dc = 6, die Höhe bc = 10 Linien, die Holzſtärke der beyden Querſtücke war 2 Linien und die der beyden hohen Seitenſtücke = 1 Linie. Beyde Körper wurden an ihren Enden in horizontaler Lage einen Zoll lang unterſtützt, und in ihrer Mitte nach und nach durch angehängte Gewichte ſo lange beſchweret, bis ſie brachen. Das maſſive Parallelepipedum zerbrach von 65,5 angehängten Pfunden nach cöllniſchem Gewichte, dabey war die Biegung 2,30 Zoll, das hohle aber von 85 Pfund, wobey die Biegung 1,40 Zoll betrug. Hiernach war die Stärke des maſſiven = 6. 6. 3 = 108, die Stärke der einzelnen Theile des hohlen Parallelepipedi

$$2.1.10.5 + 2.4.2.1 = 116$$

und dieſe Zahl um $\frac{1}{6}$ vermehret, weil der Querſchnitt um $\frac{1}{6}$ ſtärker

α) Commentat. Petropol. T. IV. p. 164 u. f.

β) Diſſert. de corporum naturalium cohaerentia. Tubing. 1752.

γ) Abhandl. über den relativen Zuſammenhang hohler feſter Körper, in Grens neu. Journ. der Phyſik. B. IV. S. 184 u. f.

ſtärker war, als des maſſiven, gibt $116 + \frac{116}{6} = 135,5$, folglich

$108 : 135,5 = 65,5 : 82$ Pfund

als die Stärke des hohlen Parallelepipedi mit dem Verſuche ſehr nahe übereinſtimmend.

Nach dem zweyten Verſuche wählte er ein hohles und maſſives Parallelepipedum von Pappelnholz, deſſen ſpecifiſches Gewicht in Vergleichung mit dem des Waſſers $= 0,375$ war. Beyde hatten 2 Fuß 2 Zoll Länge, das maſſive 8 Linien Breite und Höhe, das hohle 8 Linien Breite, 12 Linien Höhe, und ſeine Holzſtärke durchaus 2 Linien, ſo daß der Querſchnitt beyder gleichen Inhalt hatte. Beyde Parallelepipeda wurden in horizontaler Lage ſo unterſtützt, daß die Unterſtützungen 8 Zoll von einander entfernet waren. Die Gewichte wurden in der Mitte angehängt, und er fand, daß das hohle Parallelepipedum von 99,88 cöllniſchen Pfund zerbrach; die Biegung war 5 Linien; das maſſive zerbrach von 87,88 Pfund und die Biegung betrug 10 Linien. Nach den Abmeſſungen war die Stärke der einzelnen Theile des hohlen Parallelepipedi.

$2.2.12.6 + 2.4.2.1 = 304$

die Stärke des maſſiven $= 8.8.4. = 256$; alſo

$256 : 304 = 88 : 103$ Pfund.

Von dieſem Gewichte $\frac{1}{48}$ abgezogen, um welches der Querſchnitt des hohlen Parallelepipedi dem Gewichte nach ſchwächer als der Querſchnitt des maſſiven war, gibt für die Stärke des hohlen Parallelepipedi 101 Pfund nahe mit dem Verſuche übereinſtimmend.

Um die Stärke der hohlen cylindriſchen Röhren zu beſtimmen, verglich er zuvor die Stärke maſſiver Cylinder mit Parallelipepeden von gleichem Querſchnitt und gleicher Länge, und fand für den reſpektiven Zuſammenhang maſſiver Cylinder folgendes Geſetz: Die relative Cohäſion eines Cylinders iſt zwey Drittheil von der reſpektiven Cohäſion eines Parallelepipedi, welches mit ihm gleiche Länge und den Durchmeſſer des Cylinders zur Breite und Höhe hat. Es ſtelle

nämlich

nämlich die fig. 83. den Querſchnitt eines Cylinders vor, deſſen Halbmeſſer $ac = \varrho$, die Abſciſſe $ab = x$ und die dazu gehörige Ordinate $bc = y$ heiße. Nun iſt das Flächenelement des Querſchnittes nach lothrechter Richtung $= 2ydx$ *), der Hebelarm der Cohäſion $= y$, mithin die relative Stärke des Elementes $= 2y^2dx$. Ferner iſt $y^2 = \varrho^2 - x^2$, und daher $2y^2dx = 2\varrho^2dx - 2x^2dx$, und dieſes Differenzial ſo integriret, daß das Integral für $x = 0$ verſchwindet, gibt $S.\, 2y^2dx = 2\varrho^2x - \frac{2}{3}x^3$; ſetzt man $\varrho = x$, ſo findet man die relative Stärke des halben Querſchnittes $= 2\varrho^3 - \frac{2}{3}\varrho^3 = \frac{4}{3}\varrho^3$, alſo des ganzen Querſchnittes relative Stärke $= \frac{8}{3}\varrho^3$. Der Querſchnitt eines Parallelepipedi, deſſen Breite und Höhe dem Durchmeſſer des Querſchnittes des Cylinders gleich iſt, iſt $= 4\varrho^2$, der Hebelarm ſeiner Cohäſion $= \varrho$, folglich ſeine relative Cohäſion $= 4\varrho^3$. Es iſt aber $4\varrho^3 : \frac{8}{3}\varrho^3 = 3:2$, woraus das obige Geſetz erhellet.

Hieraus läßt ſich die reſpektive Feſtigkeit hohler Cylinder theoretiſch alſo herleiten: es ſtelle die fig. 84. den Querſchnitt eines hohlen Cylinders vor, welcher um die Unterſtützung d gebrochen werde. Wenn die einzelnen Elemente, indem ſie brechen, ſich um die Punkte dfh drehen, ſo ſind die Hebelarme der einzelnen Elemente des hohlen Cylinders eben dieſelben, als wenn der Cylinder maſſiv wäre, und es iſt leicht zu begreifen, daß unter dieſer Vorausſetzung ſich die relative Feſtigkeit des hohlen Cylinders zur relativen Feſtigkeit des maſſiven Cylinders von gleichem Halbmeſſer, wie der Querſchnitt des hohlen zum Querſchnitt des maſſiven Cylinders verhalten müſſe. Es ſey der Halbmeſſer beyder Cylinder $= r$, und der Halbmeſſer der Höhlung $= \varrho$, ſo iſt der Querſchnitt des maſſiven zum Querſchnitt des hohlen $= r^2 : r^2 - \varrho^2$, und die relative Stärke des hohlen Cylinders $= \frac{8}{3}r^2(r^2 - \varrho^2)$ (A). Nimmt man hingegen, nach dem Geſetz der Stärke der hohlen Parallelepipeden zu urtheilen, an,

*) Meine Anfangsgründe der höhern Geometrie. Jena, 1796. 8. §. 217.

an, der Hebelarm der Cohäſion der Elemente bk ſey nicht die Linie be, ſondern $= \frac{1}{2}$ bk, ſo hat man für die reſpektive Stärke dieſer Elemente 2bk. $\frac{1}{2}$ bkdx = bk² dx. Entwickelt man gehörig dieſes Differenzial, und nimmt das Integral davon, ſo findet man die reſpektive Stärke des halben hohlen Cylinders $= \frac{8}{3}(r^2 - \varrho^2)(r - \frac{3}{4}\varrho)$ (B). Beyde Formeln unterſcheiden ſich bloß durch die Faktoren r und $r - \frac{3}{4}\varrho$. Herr **Schmidt** hat hier noch verſchiedene Verſuche mit hohlen Cylindern angeſtellet, wovon einige mit der erſtern, andere aber mit der andern Formel mehr übereinſtimmen.

Alle Körper von einerley Art hängen unter einander zuſammen, wenn ſie ſich genau genug berühren, und zwar iſt der Zuſammenhang deſto größer, in je mehreren Punkten die Berührung geſchiehet. So fließen Waſſertropfen, Queckſilbertropfen, Oeltropfen u. ſ. zuſammen. Auch hängen zwey Metallplatten, Glasplatten zuſammen, und zwar deſto ſtärker, je glätter ſie poliret und geſchliffen ſind. Noch ſtärker wird der Zuſammenhang derſelben, wenn zwiſchen ſie eine flüſſige Materie gebracht wird, die an dieſen Platten zerfließet. In dieſem letztern Falle iſt man gemeiniglich der Meinung, daß die Vertiefungen der Platten durch die Flüſſigkeit ausgefüllet, und dadurch die Berührungspunkte beyder Platten gegen einander vermehret würden. Allein es kann dieſe Meinung mit der atomiſtiſchen Lehrart gar nicht beſtehen; denn erſtlich iſt das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit geringer als das ſpecifiſche Gewicht der Materie, woraus die Metallplatten verfertiget ſind, mithin würde die Flüſſigkeit, auf der Fläche der Platte verbreitet, weit mehr Zwiſchenräume und folglich auch weit mehr Erhöhungen und Vertiefungen beſitzen als die Metallplatte ſelbſt, und es müßte daher der Zuſammenhang beyder Platten durch die dazwiſchen gebrachte Flüſſigkeit vielmehr vermindert werden; außerdem aber zweytens findet alsdann, wenn eine Flüſſigkeit zwiſchen den beyden Platten gebracht iſt, gar keine Berührung der Platten mehr Statt, ſondern ſie hängen bloß

an den beyden Flächen eines ſehr dünnen flüſſigen Körpers. Daraus erhellet aber auch zugleich, wie ſtark die Theile der flüſſigen Materie unter einander zuſammenhängen.

Da der Zuſammenhang der Theile der Körper ein ſo ſehr auffallendes allgemeines Phänomen iſt, ſo hat es gar nicht fehlen können, daß man verſchiedene Hypotheſen über die Urſache desſelben aufgeſtellt hat. Die Peripatetiker betrachteten die Härte und den Zuſammenhang als eine Qualität der zweyten Ordnung, die, als eine Wirkung, von der Trockenheit, als Qualität der erſten Ordnung, herrühre. Man hat auch ſogar angenommen, daß ein gewiſſer Leim zwiſchen den Theilchen der Körper, oder auch Häkchen, welche in einander greifen, dieſelben zuſammenhalte. Allein hier bleibt immer noch die wichtige Frage unbeantwortet, woher der Leim und die Häkchen ihren Zuſammenhang erhalten haben. **Galilei** ſucht den Zuſammenhang der Theile der Körper durch die Kraft der Leere zu erklären. Alle dieſe Hypotheſen tragen aber auch nicht den geringſten Schein von Wahrſcheinlichkeit an ſich. **Descartes** [*]) behauptet, die Härte und der Zuſammenhang der Theile der Körper rühre bloß von der Ruhe der Theile her, die Theile der flüſſigen Körper aber wären in einer beſtändigen Bewegung. Allein auch dieſe Hypotheſe hat keine Wahrſcheinlichkeit, weil es erſtlich nicht bewieſen iſt, daß die Theile einer flüſſigen Materie in einer beſtändigen Bewegung ſind, und auch ſelbſt harte oder feſte Körper in einer beſtändigen Bewegung ſeyn können, ohne daß ihre Theile getrennt ſind.

Jakob Bernoulli [β]) nimmt an, der Zuſammenhang der Theile eines Körpers würde durch den bloßen Druck einer äußern auf ſie wirkenden flüſſigen Materie bewirket. Zuerſt nahm er die Luft für dieſe Materie an. Da er aber bald einſahe, daß dieſe den Zuſammenhang auf keine Weiſe durch ihren Druck erklären konnte, weil die Cohäſion der Kör-

*) Princip. philoſoph. P. II. §. 35.

β) De grauitate aetheris Amſterd. 1683. 8. und in ſeinen oper. T. I. p. 45.

Körpertheile im leeren Raume unter der Glocke einer Luftpumpe nicht im geringſten geändert, ſo ſetzte er den **Aether**, eine äußerſt feine, flüſſige und elaſtiſche Materie an deſſen Stelle. Wenn ein Körper viel Zwiſchenräume beſitze, mithin der Aether in die innern Theile dringen und mittelſt eines Gegendrucks von innen heraus entgegen wirken könne, ſo ſey der Zuſammenhang ſchwächer; werde der innere Gegendruck des Aethers eben ſo ſtark, als der äußere Druck, ſo ſey der Körper flüſſig. Hieraus berechnet **Winkler** [α]), daß die Elaſticität des Aethers 1912 Mahl ſtärker als die Elaſticität der Luft ſeyn müſſe, um einem kupfernen Drahte einen Zuſammenhang zu geben, welcher zum Zerreiſſen ein Gewicht von 299 Pfund erfordere. Dieſer Hypotheſe ſcheint ſelbſt **Newton** und **Kant** [β]) nicht abgeneigt zu ſeyn. Allein dieſe Erklärung iſt vielen Schwierigkeiten unterworfen, und ſcheint ſich mit der Natur der Körper gar nicht zu vereinigen. Denn betrachtete man wirklich den Zuſammenhang nur als ſcheinbar, indem er durch den Druck oder Stoß irgend einer feinen flüſſigen Materie bewirket würde, ſo müßte man alle Materie zuletzt aus Körperchen beſtehen laſſen, für deren Zuſammenhang man gar keinen Grund anführen könnte. Auch ſteht der Grad des Zuſammenhanges mit den Flächen der Körper in gar keinem Verhältniſſe, welches doch nach dieſer Vorausſetzung ſeyn müßte; man müßte denn zu einer neuen Fiktion ſeine Zuflucht nehmen, nämlich zu einer urſprünglichen, unveränderlichen Verſchiedenheit der Figur der erſten Körperchen, wodurch eine verſchiedene der Oberfläche der Körper nicht proportionirte Wirkung des Druckes oder Stoßes begreiflich würde. Alsdann müßte man ſich aber eine ganz eigene beſondere Materie denken, welche nach Hrn. **Käſtners** Ausdrucke, durch alle Körper durchgienge und zugleich überall anſtoße. Herr **Hube** [γ]) nimmt als die Grund-

α) Anfangsgründe der Phyſik §. 642 u. f.

β) Metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. S. 156.

γ) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Leipzig 1793. Band II. 19. Brief. S. 99.

Grundurſache der Cohäſion das elektriſche Anziehen an; er ſagt nämlich, es ſcheint das elektriſche Anziehen das allgemeine Anziehen zwiſchen den Theilchen aller Körper zu ſeyn, weil es ſich weder nach der Maſſe der Körper, noch nach der Dichte der Theilchen richte. Nach den Verſuchen des Herrn **Cavallo** ſollen alle Körper, obgleich nur unmerklich, beſtändig elektriſch ſeyn, und es wäre beynahe unglaublich, wie ſehr langſam eine ſehr ſchwache Elektricität ſich noch mehr verringere, wenn gleich der Körper, der ſie hat, nicht iſolirt, ſondern allenthalben mit Leitern umgeben wäre. Zwar ſtießen ſich die poſitiven und negativen elektriſchen Materien beyder zurück; allein das Zurückſtoßen ſey allemahl ſchwächer als das Anziehen, und ſo würden auch die Theilchen der Körper bald ſchwächer bald ſtärker gegen einander angezogen, nach Beſchaffenheit der Vermiſchung beyder elektriſchen Materien in den Körpern. Allein es bleibt auch hier noch immer unerklärbar, welche Urſache den Zuſammenhang der erſten Grundkörperchen bewirke; und da wir überdem von der Urſache der Elektricität noch gar nichts wiſſen, ſo iſt auch dieſe Erklärung außer aller Wahrſcheinlichkeit.

Ueberhaupt vermag es die atomiſtiſche Lehrart gar nicht, nur irgend einen Grund über den Zuſammenhang der Theile eines Körpers unter ſich anzugeben. Geſetzt auch, ſie betrachtete denſelben als Schein, und nähme an, daß er durch den Druck oder Stoß einer andern feinen flüſſigen Materie erfolge, ſo ſteht dieſer Erklärung außer den eben angeführten Zweifeln noch die Frage entgegen; durch welche Kraft wird denn der Stoß oder Druck der angenommenen flüſſigen Materie bewirket? Eine urſprüngliche Kraft in derſelben anzunehmen, iſt dieſer Lehre ganz entgegen. Daher rathen auch diejenigen, welche der atomiſtiſchen Lehre zugethan ſind, an, lieber gerade heraus zu ſagen, daß wir von der Urſache der Cohäſion gar nichts wiſſen. Es iſt aber doch gewiß äußerſt merkwürdig, daß man von dieſem allgemeinen Phänomen, welches täglich vor unſern Augen erfolget, noch kein einziges allgemeines Geſetz hat finden können. Da **Newton** ſchon

länger

länger als ein Jahrhundert die allgemeinen Geſetze der Anziehung der Körper in der Ferne ſo unumſtößlich gewiß entdecket hat. Weil nun vermöge der Erfahrung die Anziehung der Körper in der Ferne ganz andern Geſetzen folget, als die Cohäſion, ſo iſt man berechtiget, die Attraktion in der Ferne von der Attraktion in der Berührung oder von der Cohäſion wohl zu unterſcheiden. Dieß erkannte auch ſchon **Newton**, und ſuchte darzuthun, daß die Anziehung bey der Berührung im umgekehrten Verhältniſſe einer höhern Potenz als des Quadrats der Entfernung abnehmen müſſe. Allein Herr **Murhard** *) hat auf einige Umſtände bey der Vergleichung der Attraktion in der Ferne mit der Cohäſion aufmerkſam gemacht, und daraus zu beweiſen geſucht, daß natürlich die Cohäſion andern Geſetzen als die Attraktion in der Ferne unterworfen zu ſeyn ſcheine, obgleich auch das Geſetz der Attraktion bey der Cohäſion Statt finden könne. Er gründet ſich vorzüglich auf Analogie, indem es ſehr natürlich ſey, wenn man die Attraktion als eine Haupteigenſchaft der Materie anſieht, daß ihr auch alle analoge Wirkungen zuzuſchreiben wären, wohin aber gewiß die Cohäſion gehörte. Er führet folgende Umſtände an, nach welchen die Attraktion nach dem umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats bey dem Phänomen der Cohäſion ein größeres Verhältniß, als bey den Planeten, hervorbringe: der erſte Umſtand ſey die außerordentliche Kleinheit der Theilchen, zwiſchen welchen die Attraktion bey den Cohäſionen wirkt. Es ſey nämlich (fig. 85.) c eine hohle Kugel von der möglich kleinſten Dicke, und a ein in einiger Entfernung auf die Verlängerung des Diameters ca geſetztes Körperchen. Nimmt man nun an, jedes unendlich kleine Theilchen der Kugel b, d u. ſ. übe auf das Körperchen a eine Attraktion aus, welche im umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung vom Körperchen

*) Betrachtungen über eine Schwierigkeit, die bey der Art Statt findet, wie die Newtonianer die Cohäſion der Körper und die andern dahin gehörigen Phänomene erklären, von Fried. Wilh. Aug. Murhard, in Grens neuem Journ. der Phyſik. B. IV. S. 83 f.

chen iſt; ſo folgt, daß dieſes Körperchen nach dem Mittelpunkte der Kugel mit einer Kraft getrieben werden wird, welche dem Quadrate der Entfernung von dieſem Mittelpunkte umgekehrt proportional iſt. Nun nehme man auf beyden Seiten des Diameters h k in gleichen Entfernungen zwey gleiche Theilchen b und d an, und ſetze die Wirkung der Anziehungskraft des Theilchens b = der kleinen Linie a f, und die des Theilchens d = der kleinen Linie a e = a f. Die Kraft, womit das Körperchen a gegen das Centrum c vermöge dieſer beyden Wirkungen getrieben wird, iſt alsdann = der Diagonale a g, und dieſe Kraft iſt derjenigen proportional, womit er gegen daſſelbe Centrum vermöge der Anziehungskraft der ganzen Kugel getrieben wird. Wenn ſich nun das Theilchen b mit dem Theilchen d vereinigen will, ſo verſchwindet der Winkel b a d gänzlich, die Kräfte a f und a e hören auf ſchief auf einander zu wirken, und die Kraft, womit das Körperchen getrieben wird, wird nicht mehr a g, ſondern a f + a e, oder 2 a f > a g ſeyn. Hieraus ſoll nun allgemein folgen, ein Theilchen, welches ein anderes anziehet nach einem gewiſſen Geſetze, muß in demſelben eine verhältnißmäßig größere Kraft hervorbringen, als ein Körper von einem beträchtlichen Volumen hervorbringen würde, der es nach demſelben Geſetze anzöge. Wegen der außerordentlichen Kleinheit der Theilchen, zwiſchen denen die Attraktion bey den Cohäſionen wirkt, kann alſo die Kraft, die man dabey wahrnimmt, weit größer verhältnißmäßig ſeyn, als die, welche man bey den großen Planetenkörpern betrachtet, ungeachtet die Attraktion in beyden Fällen demſelben Geſetze des Quadrats der Entfernung folgt.

Der andere Umſtand ſey die gegenſeitige Wirkung der Anziehung, welche beynahe bey den Planeten = 0 iſt, und dieſe müſſe ſehr beträchtlich und ſehr merklich bey den Cohäſionen ſeyn. Denn ein jeder Körper, welcher einen andern anziehe, werde auch zugleich von dieſem angezogen, und dieß bringe nothwendig zwiſchen den beyden Körpern eine Vermehrung der Kraft hervor, ſich einander zu nähern, oder

ſich

ſich mit einander zu vereinigen. Je weiter aber dieſe Körper von einander entfernet wären, deſto geringer würde die Vermehrung der Kraft, ſich einander zu nähern. Bey ſehr großen Entfernungen müſſe alſo die Kraft unmerklich und faſt Null werden, welches bey den Planeten Statt finde. Es müßten alſo bey den Cohäſionen gerade entgegengeſetzte Urſachen eine ſehr beträchtliche und beſonders ſehr merkliche Vermehrung der Kraft hervorbringen, weil bey ſehr geringen Entfernungen die wechſelſeitige Anziehung der Körpertheilchen die Kraft merklich vergrößere.

Der dritte Umſtand, welcher ſich hauptſächlich auf die Dauer der Phänomene beziehe, ſey der, daß anſtatt, daß die Planeten nur nach dem Centrum hingetrieben werden, die Theilchen eines und desſelben Körpers ſo wohl durch eine ähnliche Attraktion als durch den Druck der andern Theilchen gegen den Mittelpunkt getrieben werden.

Wollte man auch auf alle dieſe Umſtände Rückſicht nehmen, ſo würde doch offenbar daraus folgen müſſen, daß ſich die Cohäſionen wie die Dichtigkeiten der Körper verhielten, welches aber der Erfahrung ganz entgegen iſt. Denn, wie bekannt, verhalten ſich bey gleichen Entfernungen die Anziehungen der Körper in der Ferne wie die Maſſen; je dichter aber der Körper iſt, deſto mehr Maſſe beſitzet er, folglich muß auch die Anziehung deſto größer ſeyn. Wäre alſo eben das Geſetz bey den Cohäſionen der Theile anwendbar, ſo müßten auch die Theile eines dichtern Körpers ſtärker als die Theile eines weniger dichten zuſammenhängen, welches aber aller Erfahrung zuwider iſt. Außerdem iſt aber auch noch dieſer Umſtand merkwürdig, daß bey den meiſten Cohäſionen zwey verſchiedener Körper die Materien derſelben chemiſch in einander wirken, wie z. B. bey den Theilen des Glaſes, welches durch eine verhältnißmäßige Menge Pottaſche und Kieſelerde durchs Feuer zuſammengeſchmolzen iſt, mithin hier nicht ſo wohl die Quantität der Materie, als vielmehr die Qualität in Betrachtung gezogen werden muß. Bey der Anziehung der Körper in der Entfernung aber findet

ganz allein ein quantitatives Verhältniß der Maſſen Statt. Hieraus folgt alſo unläugbar, daß man bey den Cohäſionen, oder, wie ſie genannt werden, Anziehungen in den Berührungen keinesweges allein auf das quantitative Verhältniß der Materien ſehen könne.

Mit einem Worte, es bleibt ausgemacht, die atomiſtiſche Lehrart wird nie einen Grund von der Cohäſion der Theile der Körper zu entwickeln fähig ſeyn.

Es bleibt mir nun noch übrig zu zeigen, was die dynamiſche Lehrart bey dieſem wichtigen Phänomene zu leiſten vermag. Es wird hier als bewieſen vorausgeſetzet, daß Zurückſtoßungs- und Anziehungskraft als Bedingungen der Materie betrachtet werden, welche alſo vor aller wirklichen Materie vorausgehen, und mit dem Begriff der Materie nothwendig verbunden ſeyn müſſen. Es folgt hieraus, daß ihnen in Rückſicht unſerer Erkenntniß abſolute Nothwendigkeit zukömmt. Es iſt klar, daß Zurückſtoßungs- und Anziehungskräfte überhaupt nur eine begrenzte Sphäre geben. In der Wirklichkeit aber iſt dieſe Grenze beſtimmt, und daß ſie ſo und auf keine andere Art beſtimmt iſt, beruhet nicht auf Nothwendigkeit, ſondern iſt ganz zufällig, weil dieſe beſtimmte Grenze gar nicht mehr zu den Bedingungen der Materie überhaupt gehöret. Gleichwohl iſt aber dieſe Beſtimmung des Objektes und das Objekt ſelbſt mit dem Begriff der Materie unzertrennlich verbunden. Damit alſo unſer Geiſt das Nothwendige von dem Zufälligen unterſcheiden könne, ſo iſt klar, daß das Nothwendige und Zufällige innigſt mit einander verbunden ſeyn müſſen. Hieraus folgt unläugbar, daß die beſtimmte Grenze, die Größe des Objektes nur aus der Erfahrung erkannt werden kann. Es muß aber nothwendig eine Urſache da ſeyn, welche die Materie auf eine gewiſſe beſtimmte Grenze beſchränkt, und dieſe nennt man eben die Cohäſionskraft, und die Wirkung derſelben oder das allgemein anerkannte Phänomen, die Cohäſion oder den Zuſammenhang. Weil aber die Cohäſionskraft verſchiedene Grade haben kann, ſo entſteht daraus eine ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie. Da

alſo

alſo der Zuſammenhang der Theile der begrenzten Materie, und der Grad der Kraft, womit ihre Theile unter einader verbunden ſind, ganz als zufällig erſcheinet, ſo iſt es ein eitles Bemühen, die Cohäſion oder die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie a priori herzuleiten. Es kann folglich die Cohäſionskraft nie als eine Grundkraft betrachtet werden.

Man kann **urſprüngliche** und **abgeleitete** Cohäſion von einander unterſcheiden. Was die urſprüngliche Cohäſion betrifft, ſo läßt es ſich auf keine Weiſe beantworten, wie eine ſolche möglich, ſo lange man die Materie als etwas ganz Unabhängiges von unſern Vorſtellungen betrachtet. Eine Materie kann nicht anders als nur innerhalb beſtimmter Grenzen und von einem beſtimmten Grade des Zuſammenhanges der Theile gedacht werden. Dieſe Beſtimmungen aber ſind für uns nur zufällig, und folglich nur aus der Erfahrung erkennbar. Folglich muß die urſprüngliche Cohäſion allein aus phyſiſchen Gründen erkläret werden. Allein es iſt nach dem obigen unmöglich, eine phyſiſche Erklärung zu geben, indem ſie eine jede phyſiſche Erklärung ſchon vorausſetzet. Es ſcheint daher, als ob wir in Anſehung der urſprünglichen Cohäſion genöthiget wären, in der Phyſik bey dem Ausdrucke als Phänomen betrachtet ſtehen zu bleiben.

Die abgeleitete Cohäſion heißt diejenige, welche nicht zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehöret. Man kann dieſe wieder eintheilen in **mechaniſche**, **chemiſche** und **organiſche** Cohäſion. Die mechaniſche iſt eigentlich die ſo genannte **Adhäſion**. Denn bey dieſer iſt der Zuſammenhang eine bloße Folge der Figur der Körpertheilchen, und beruht ganz allein auf der wechſelſeitigen Reibung. Es gibt aber wohl wenige mechaniſche Cohäſionen; gewöhnlich wirkt noch zum Theil chemiſche Cohäſion mit. Chemiſch wird hier aber in der allgemeinſten Bedeutung genommen, nämlich als ein Erfolg, welcher mit dem Uebergange eines Körpers aus einem Zuſtand in den andern verbunden iſt. So wirkt z. B. bey dem gewöhnlichen Maurermörtel Waſſer mit, welcher ſich nach einer Reihe von Jahren in einen felſenharten Körper

verwandelt. Die chemiſche Cohäſion findet allenthalben Statt, wo aus zwey verſchiedenen Materien eine dritte, als ein gemeinſchaftliches Produkt entſteht. Dieſe Cohäſion unterſcheidet ſich von der mechaniſchen vorzüglich dadurch, daß bey einem vollkommenen chemiſchen Prozeß eine wechſelſeitige Durchdringung vorgeht. Organiſche Cohäſion findet bey den Theilen organiſcher Körper Statt, und gründet ſich auf die Form dieſer Körper.

Weil auf den verſchiedenen Graden der Kraft des Zuſammenhangs der Theile der Materie die ſpecifiſche Verſchiedenheit der Materie beruhet, ſo kömmt es hier nur darauf an, wie dieſe Verſchiedenheit nach der dynamiſchen Lehrart bewirket werde. Das dynamiſche Syſtem zeigt aber nichts weiter, als den allgemeinen Begriff von einem Verhältniſſe der Grundkräfte überhaupt, und dieſer allgemeine Begriff iſt das Nothwendige, was bey allen Vorſtellungen der äußern Objekte zum Grunde geleget werden muß. Da aber bey jeder Vorſtellung der äußern Objekte das Nothwendige mit dem Zufälligen aufs innigſte verbunden ſeyn muß, ſo muß auch nothwendig jenes Verhältniß der Grundkräfte, um es als das Nothwendige vorſtellen zu können, in anderer Rückſicht als zufällig vorgeſtellet werden; um es aber als zufällig vorſtellen zu können, muß man ein freyes Spiel der Grundkräfte als möglich vorausſetzen. Es muß aber auch dieſes Spiel nach Geſetzen erfolgen, weil es ein Spiel in der Natur iſt, und da die Materie träg iſt, d. h. keine innern Beſtimmungsgründe beſitzet, aus Ruhe Bewegung und umgekehrt aus Bewegung Ruhe hervorzubringen, ſo muß dieſes Spiel von äußern Urſachen bewirket werden. Dieß freye Spiel kann nun nicht anders erfolgen, als wenn die anziehende und zurückſtoßende Kraft wechſelſeitig ein Uebergewicht erhält. Es müſſen demnach Urſachen vorausgeſetzet werden, welche dieſen Wechſel nach gewiſſen Geſetzen bewirken. Dieſe Urſachen können aber nicht bloße Begriffe ſeyn, wie etwa die zurückſtoßende und anziehende Kraft, mithin können ſie auch nicht a priori erkannt werden, ſondern ſie ſind ſelbſt in Rück-

ſicht der Grundkräfte zufällig, d. h. ſie gehören nicht zu den nothwendigen Bedingungen der Möglichkeit der Materie, indem Materie auch ohne ſie wirklich ſeyn könnte; ſie ſind folglich ſchlechterdings nur aus der Erfahrung erkennbar. Sie können daher objektiv für ſich betrachtet ganz etwas anderes ſeyn, als ſubjektiv betrachtet. Ihrer Natur nach ſind ſie qualitativ, und müſſen ſich auf zurückſtoßende und anziehende Kraft beziehen, weil ſie einen freyen Wechſel dieſer Kräfte bewirken ſollen. Weil aber anziehende und zurückſtoßende Kraft zur Möglichkeit der Materie überhaupt gehören, ſo müſſen auch jene Urſachen als in einer engern Sphäre wirkſam betrachtet werden. Sie ſind alſo als Urſachen partieller Zurückſtoßungen und Anziehungen zu betrachten. In dieſer Rückſicht müſſen ihre Wirkungen als Ausnahmen von den Geſetzen der allgemeinen Zurückſtoßung und Anziehung angeſehen werden, und in ſo fern ſind ſie ganz unabhängig von den Geſetzen der Schwere. Jene Urſachen ſind uns bloß durch ihre Qualitäten vorſtellbar, und müſſen daher als Urſachen qualitativer Zurückſtoßungen und Anziehungen gedacht werden. Ueberhaupt findet über ſie keine andere als phyſikaliſche Unterſuchung Statt.

Es ſetzt alſo die chemiſche Cohäſion voraus, erſtens ein Princip der qualitativen Anziehung. Dieſes Princip muß folglich das gemeinſchaftliche ſeyn, wodurch Grundſtoff mit Grundſtoff zuſammenhängt, oder das Mittelglied welches die ſo genannten Verwandſchaften der Grundſtoffe unter einander verbindet. Was aber dieſes Mittelglied ſey, kann nur durch Erfahrungen ausgemacht werden. Nach den Unterſuchungen der neuern Chemie iſt es der **Sauerſtoff**. Einer jeden neuen Verbindung aber, welche durch chemiſche Mittel bewirkt wird, muß eine chemiſche Trennung vorangehen, oder es müſſen die Theilchen des chemiſch-behandelnden Körpers ſich unter einander abſtoßen, um mit andern Grundſtoffen eine andere Verbindung einzugehen. Um alſo jene Trennung mittelbar oder unmittelbar zu bewirken, muß es zweytens ein Princip geben, welches durch ſeine qualitativen Ei-

genſchaften Grundſtoffe, welche ſich wechſelſeitig anziehen, aus dem Gleichgewichte bringen, und dadurch neue Verbindungen möglich machen kann. Aber auch dieſes Princip kann nur aus der Erfahrung erkannt werden. Dieſe beweiſet, daß es das **Feuer** ſey. Sauerſtoff und Feuer ſind alſo die beyden erfahrungsmäßigen Grundſtoffe, die bey jeder chemiſchen Cohäſion als Urſachen qualitativer Zurückſtoßungen und Anziehungen gedacht werden müſſen, und welche das freye Spiel der Grundkräfte bewirken. Mehr hiervon ſ. m. unter dem Artikel **Proceß, chemiſcher.**

Jetzt läßt ſich nun auch die unter dem Artikel **Auflöſung** aufgeworfene Frage beantworten, unter welchem Geſichtspunkte können die Cohäſionskräfte eine oftmahls ſo heftige Wirkung der Auflöſungen zu Wege bringen? — Es muß nämlich das freye Spiel der Grundkräfte eine deſto größere Wirkung hervorbringen, je größer die Urſachen der qualitativen Zurückſtoßungen und Anziehungen ſind. Je größer alſo die Verwandſchaft des aufzulöſenden Körpers mit dem Sauerſtoffe und mit dem Feuer iſt, deſto heftiger muß die Auflöſung geſchehen, und umgekehrt.

Collectivglas ſ. **Brennglas.**

Collektor der Elektricität ſ. **Elektricitätsſammler.**

Coluren ſ. **Koluren.**

Cometen ſ. **Kometen.**

Compakt (compactum, compacte) nennt man dasjenige, was in einen engen Raum zuſammengedrängt iſt. So kann ein Körper ſchon von Natur compakt ſeyn, er kann aber auch durch einen äußern auf ihn wirkenden Druck oder durch eine Preſſung in einen engen Raum zuſammengepreßt werden. Im letztern Falle iſt es aber natürlich, daß die Materie, woraus der Körper beſteht, entweder die Eigenſchaft beſitzen müſſe, ſich in einen engern Raum bringen zu laſſen, oder man muß, wie die Atomiſtiker ſich vorſtellen, leere Zwiſchenräume zwiſchen den Theilen der Materie annehmen. Uebrigens kann man aber nicht beſtimmen, wie ſtark ein Körper an ſich compakt iſt, ſondern man kann nur ſagen, er

ſey

ſey mehr oder weniger compakt als andere Körper. Daher iſt der Begriff von Compakt nur ein relativer Begriff. Compakt bedeutet übrigens eben ſo viel als **ſehr dicht.**

Compaß, Bouſſole, Magnetkäſtchen (pyxis magnetica, verſorium, bouſſole, compas de route). Eine Vorrichtung, durch Hülfe der Magnetnadel die Gegenden der Welt zu beſtimmen. Die Bouſſole kann eine verſchiedene Einrichtung erhalten, nachdem man ſie zu einem gewiſſen Zweck beſtimmt. Iſt ſie zur Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel beſtimmt, ſo nennt man ſie ein **Declinatorium**; ſ. **Abweichung der Magnetnadel.** Iſt ſie zum Gebrauche der Seefahrer eingerichtet, ſo heißt ſie ein **Seecompaß.** Insbeſondere wird dieſer Nahme den Magnetgehäuſen, welche mit Diopteern verſehen, und zum Gebrauch der praktiſchen Geometrie eingerichtet ſind, beygeleget. Selbſt bey andern zum Gebrauch der Feldmeßkunſt eingerichteten Inſtrumenten pflegt man kleine Bouſſolen anzubringen, um die Gegenden, nach welchen ſich die Hauptlinien richten, beſtimmen zu können, als z. B. bey Aſtrolabien, Meßtiſchen, Scheiben u. ſ. f. Der Nahme Bouſſole rührt von dem Gehäuſe oder Büchschen her, womit die Nadel umſchloſſen wird, welches die Holländer Boxel nennen.

Die Einrichtung der gewöhnlichen Compaſſe oder Bouſſolen iſt dieſe: auf dem Boden einer runden Büchſe wird in die Mitte ein ſpitziger Stift ſenkrecht aufgeſetzt, auf welchem eine Magnetnadel frey ſpielet; zugleich iſt in der Büchſe ein nach den Weltgegenden abgetheilter Kreis befindlich. Hingegen beym Seecompaß wird die Einrichtung ſo gemacht: die Magnetnadel hat die einfache Geſtalt eines platten Rechteckes, welches etwa $\frac{1}{10}$ Zoll breit und $\frac{1}{24}$ Zoll dick iſt; die beyden Ecken werden ſo abgeſtumpft, daß ihre Enden in einen ſtumpfen Winkel zulaufen; in der Mitte dieſer Nadel wird ein Loch durchbohrt, an deren Umfang ein hohler Cylinder gelöthet iſt, welcher über die Fläche der Magnetnadel hervorraget, und mit einem ausgehöhlten wohlpolirten

Achat

Achat geſchloſſen iſt. Dieſe Nadel wird gemeiniglich unter einer dünnen runden Scheibe von Pappe oder Kartenpapier befeſtiget. Dieſe runde Scheibe macht bey den Seefahrern die ſo genannte **Schiffsroſe** oder **Windroſe** aus, worauf ein Stern gezeichnet wird, deſſen 32 Spitzen die verſchiedenen Weltgegenden andeuten, ſo daß der Nordpol der Magnetnadel mit dem Punkte **Norden** übereinſtimmet. Uebrigens wird der Rand der Roſe, wie bey den gewöhnlichen Kreiſen, in 360 Grade eingetheilet. Wird nun die Magnetnadel auf ihren Stift geſtellt, ſo dreht ſich mit derſelben zugleich die pappene Scheibe herum, und der Compaß zeigt, wenn er in Ruhe iſt, alle Gegenden der Welt auf ein Mahl an. Da nun die Schiffsroſe 32 Abtheilungen hat, ſo ſtehen dieſe um $\frac{360}{32} = 11\frac{1}{4}$ Grade von einander ab, und die Winkel, welche ſie durch Linien unter ſich am Mittelpunkte machen, heißen bey den Schiffern **Rhombi** oder **Rumbi, Windwinkel, Compaßſtriche.** Der Schiffscompaß wird in einer runden mit Glas überlegten Büchſe eingeſchloſſen, und dieſe von außen an zwey kupfernen Stiften (fig. 86.) e und f innerhalb einer größern kupfernen Büchſe im Gleichgewicht aufgehängt. Dieſe letztere wird wieder vermittelſt zweyer Stifte g und h an der inwendigen Seite eines viereckigen Kaſtens a b c d eingehängt. Dadurch erhält man, daß die Magnetnadel bey allen Schwankungen des Schiffes ihre horizontale Lage behält.

Um es ſich zu erklären, wie vermittelſt des Compaſſes der Lauf des Schiffes in Anſehung ſeiner Richtung erkannt und gelenkt werden könne, ſo ſey (fig. 87.) b das Vordertheil, d e das Hintertheil und a b der Kiel des Schiffes. Der viereckige Kaſten, in welchem der Seecompaß hängt, wird in einem beſondern gegen das Hintertheil des Schiffs befindlichen Behältniſſe, die **Steuermannshütte** genannt, ſo geſetzt, daß der Mittelpunkt c ſenkrecht über dem Kiel a b, und die Seite des Kaſtens g h mit a b unter einem rechten Winkel zu ſtehen komme. An der innern Fläche des Gehäuſes

häuſes befinden ſich ein Paar gerade gegen über ſtehende Punkte oder Striche, welche auch genau über dem Kiel a b liegen müſſen. Gewöhnlich wird der Compaß in dieſer Lage befeſtiget, und heißt ſodann der **Streich- oder Route-Compaß** (Compas de route). Geſetzt, es wäre die Richtung des magnetiſchen Meridians ck, ſo zeigt alsdann der Winkel kcb an, unter welchem die Richtung des Kiels ab von jenem Meridian abweicht, und unter welchem das Schiff mit dem Meridian fortſeegelt. Wäre dieß nun gerade die Gegend, nach welcher der Wind hinbläſet, und nach welcher man hinſeegeln will, ſo werden die Segel lm ſenkrecht gegen den Kiel gerichtet, damit das Schiff bloß durch Hülfe des Windes nach der Richtung ab fortgeführet wird. Allein ſelten iſt der Wind ſo günſtig, ſondern er bläſet vielmehr oft von der Seite. In dieſem Fallen werden die Segel gegen die Richtung des Schiffes ſchief geſtellt, und es wird alsdann das Schiff von der Richtung, nach welches der Steuermann das Vordertheil desſelben unter dem Winkel des Strichcompaſſes hinlenket, ſeitwärts getrieben. Dieſe Abweichung des Schiffes von ſeinem geraden Lauſe wird durch den ſo genannten **Variations-Compaß** beſtimmt. Dieſer Compaß dienet auch zugleich zur Beobachtung der Morgen- und Abendweite, des Azimuths der Sonne und der Sterne, und zur Beſtimmung der Winkel, welche entlegene Gegenſtände zur See als Berge, hohe Küſten, Klippen u. d. g. mit dem magnetiſchen Meridian oder einem gewiſſen Rumb machen. Zu dieſer Abſicht hat er folgende Einrichtung: an zwey entgegengeſetzten Stellen des obern Randes der Büchſe werden Dioptern angebracht, von deren Mitte an der innern Fläche der Büchſe ſenkrechte Linien herabgelaſſen ſind. Wenn man das Azimuth der Sonne damit bloß im Horizonte beobachten wollte, ſo würde es hinreichend ſeyn, die Dioptern gleich hoch zu machen. Weil es aber vorzüglich wegen der Ausdünſtungen zur See ſelten möglich iſt, genaue Beobachtungen im Horizonte anzuſtellen, und folglich das Azimuth der Sonne in einer gewiſſen Höhe über dem

Horizont

Horizont genommen werden muß, ſo wird die eine Diopter viel höher als die andere verfertiget. Alsdann wird von der hohen Diopter bis zur niedrigen ein Faden geſpannt, welcher die Hypothenuſe eines durch den Mittelpunkt der Windroſe gehenden und auf der Fläche der Roſe vertikal ſtehenden rechtwinkligen Dreyecks bildet. Bey der Beobachtung des Azimuths wird nun der Compaß ſo lange gedrehet, bis der Schatten des Fadens in die Mitte der hohen Diopter fällt; alsdann zeigt der Grad der Windroſe, auf welchen die von der Mitte der Diopter herabgehende ſenkrechte Linie fällt, an, um welchen Winkel der Vertikalkreis der Sonne von dem magnetiſchen Mittagskreiſe abweicht, und dieſer iſt das magnetiſche Azimuth. Wenn der Glanz der Sonne nicht ſo groß wäre, daß der Faden einen vollkommen begrenzten Schatten geben kann, oder wenn man das Azimuth eines Sternes beobachten will, ſo muß man bloß durch die Dioptern viſiren, um dadurch das Azimuth zu finden. Wegen dieſes Gebrauches des Variationscompaſſes wird er auch **Azimuthalcompaß** genannt. Es ſey nun (fig. 88.) b das Vordertheil und a das Hintertheil des Schiffes, und das Segel l m ſtehe gegen den Kiel a b ſchief, ſo daß der von der Seite w blaſende Wind nach der Richtung w c auf dasſelbe ſtößt, ſo wird das Schiff vom Winde nicht allein ſeiner Länge nach von b gegen p, wohin es der Steuermann lenkt, ſondern auch zugleich etwas nach der andern Seite o hingetrieben, und es nimmt daher ſeinen Weg etwa nach der Richtung n c o, welche mit der Richtung des Windes den Winkel o c w und mit dem Kiel den Winkel o c b macht. Dieſer letzte Abweichungswinkel läßt ſich mit dem Variations-compaß aus c finden, da das Schiff durch ſeine ſchnelle Bewegung hinter ſich nach der Richtung c n in der See eine Art von Bahn zurückläßt, deren Winkel a c n mit dem Kiel a b ſich alsdann ausmeſſen läßt. So zeigt alſo der Strichcompaß beſtändig die Richtung des Kiels und der Variationscompaß den wirklichen Lauf des Schiffes an.

Weil aber die Compaſſe nur die Abweichungen von dem magnetiſchen Meridiane angeben und folglich die wahre Gegend, nach welcher hingeſegelt werden ſoll, nicht beſtimmen, ſo ſieht man wohl, daß es höchſt nothwendig iſt, an jedem Orte auf der See die Abweichung der Magnetnadel zu wiſſen. Unter dem Artikel **Abweichung der Magnetnadel**, iſt ſchon gezeiget worden, wie auf der See an einem Orte die Abweichung gefunden werden könne. Hierzu dienet nun vorzüglich der beſchriebene Variations- oder Azimuthalcompaß.

Die Eigenſchaft des Magnets, und der damit beſtrichenen Nadeln, ſich mit der einen Seite nach Norden und mit der andern nach Süden, jedoch mit einiger Abweichung von der wahren Mittagslinie, zu richten, hatten die Alten auf keine Weiſe erkannt, ob ſie gleich des Magnets und ſeiner wunderbaren Eigenſchaft, das Eiſen anzuziehen, und demſelben ſelbſt die magnetiſche Kraft mitzutheilen, Erwähnung thun. Es wird zwar von **Albert Grot** [α]) und **Vincent von Beauvais** [β]) eine Stelle angeführet, welche dem **Ariſtoteles** zugeſchrieben wird, in welcher der Richtung des Magnets und der Magnetnadeln Erwähnung geſchiehet; allein es iſt ohne Zweifel dieſe Schrift, welche die Stelle enthält, untergeſchoben, indem ſie erſt ſeit dem 13ten Jahrhund. bekannt geworden iſt. Es iſt ſehr wahrſcheinlich, daß die Entdeckung der Richtung des Magnets und der Magnetnadeln ſchon eine Zeitlang iſt gemacht worden, ehe noch dieſe wichtige Eigenſchaft bekannt wurde. Ihre Erfindung fällt wohl in die Mitte der größten Barbarey. Die mehreſten führen den **Flavio Gioja**, einen Neapolitaner, als den erſten an, welcher im 13ten Jahrhunderte den Seecompaß zu ſeinen Reiſen auf der See gebrauchet hat.

Die Einrichtungen der verſchiedenen Compaſſe zu beſondern Abſichten findet man in folgenden Schriften: meine Anfangsgründe der Feldmeßkunſt. Jena 1795. 8. §. 93. ff. Anfangs-

α) Albertus Magnus libr. de mineralibus.
β) Specul. hiſtor. Tom. II. Lib. 8. cap. 19.

fangsgründe der Feldmeßkunſt, von **Meinert**. Halle 1794. gr. 8. §. 51. 52. *Muſſchenbroek* introd. ad phil. natur. T. I. §. 967. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde Th. II. §. 641 — 643. Gründliche Anleitung zur Markſcheidekunſt, von **Lempe**. Leipz. 1782. gr. 8. §. 177 — 193.

Compreſſibilität (compreſſibilitas, compreſſionis capacitas, compreſſibilité) heißt die Fähigkeit der Körper, von einer äußern auf ſie wirkenden Kraft in einen engern Raum zuſammengepreßt zu werden. Wenn die Körper von einer äußern Kraft in einen engern Raum zuſammengedruckt werden ſollen, ſo muß man nach der atomiſtiſchen Lehrart annehmen, daß die Körpertheilchen zwiſchen ſich Zwiſchenräume laſſen, welche theils mit Materie von andrer Beſchaffenheit angefüllt ſeyn können, theils aber auch leer ſind. Nach der dynamiſchen Lehrart hingegen können die Zwiſchenräume, die man bey verſchiedenen Körpern wahrnimmt, ganz mit Materie angefüllt ſeyn, und mit der Materie ſelbſt, woraus die Körper beſtehen, durch eine äußere Kraft in einen engern Raum gebracht werden. Denn nach dieſem Syſtem iſt alle Materie urſprünglich elaſtiſch, und kann daher bis auf einen gewiſſen Grad zuſammengedruckt werden.

Nach der atomiſtiſchen Lehre iſt die Materie als Materie nicht elaſtiſch. Wenn folglich die Materie keine Zwiſchenräume beſäße, ſo würde auch ſogar keine unendliche Kraft vermögend ſeyn, ſie in einen engern Raum zu bringen. Allein man hat noch durch keinen einzigen entſcheidenden Verſuch darthun können, daß die Materie leere Zwiſchenräume haben müſſe, und ſie ſo anzunehmen, iſt Hypotheſe, welche erſt erwieſen werden müßte, zumahl da Materie ſelbſt ein Phänomen iſt, und mithin Gründe von der Möglichkeit der Materie vorausſetzet. Dieſe Gründe gehören freylich in das Gebiet der Metaphyſik, man ſieht aber daraus, daß die eigentliche Phyſik den metaphyſiſchen Theil der Naturwiſſenſchaft nothwendig vorausſetzen muß. Da dieſer Theil von den Phyſikern ſonſt ſo ſehr vernachläſſiget wurde, ſo iſt es leicht zu begreifen, warum man ſonſt den tropfbar flüſſigen

gen Materien alle Compreſſibilität abſprach, da ſie doch vielmehr von einer äußern Kraft hätten zuſammengedruckt werden müſſen, indem ſie unendlich mehr leere Zwiſchenräume, als andere Materien, beſitzen müßten. Wollte man jedoch behaupten, daß die Compreſſibilität der flüſſigen Materien wegen der Geſtalt der erſten Grundkörperchen nicht Statt finden könne, ſo iſt dieß eine Behauptung ohne Grund; die ſphäriſche Geſtalt derſelben beweiſet vielmehr das Gegentheil und gibt ſelbſt einen Grund von der Continuität der flüſſigen Materien ab, wie unter dem Artikel, **Körper, flüſſige** mit mehreren bewieſen werden ſoll. Vorzüglich gaben die Verſuche der Akademie del Cimento in Florenz [α]) und **Muſſchenbroeks** [β]) Veranlaſſung, daraus die Folge zu ziehen, daß die flüſſigen Materien nicht compreſſibel wären. Nach neuern Verſuchen aber, beſonders mit Waſſer, iſt es außer allem Zweifel geſetzet, daß die flüſſigen Materien ebenfalls einer Zuſammendrückung fähig ſind. Hiervon ſ. m. den Artikel **Waſſer**.

Nach dem dynamiſchen Syſtem muß man die Compreſſibilität der Körper als eine allgemeine weſentliche Eigenſchaft derſelben betrachten.

Compreſſion ſ. **Zuſammendrückung**.

Compreſſionsmaſchine (machina comprimens ſ. condenſatoria, machine de compreſſion ou de condenſation) iſt eine Maſchine, welche zur Verdichtung oder Zuſammenpreſſung der ſo genannten flüſſigen, elaſtiſchen Materien dienet. Gewöhnlich können hierzu die Luftpumpen mit Hähnen gebrauchet werden, als welche nicht allein zur Verdünnung der Luft unter der Glocke, ſondern auch zur Verdichtung derſelben unter dieſer, oder auch in einem beſonders dazu eingerichteten Gefäße, dienen. Selbſt Luftpumpen mit Ventilen

α) Saggi di naturali eſperimenti, fatte nell' Acad. del Cimento, in Firenze 1661. Fol.

β) Tentamina experim. natur. captorum in Acad. del Cimento. Lugd. Batav. 1731. 4.

Ventilen kann die Einrichtung gegeben werden, daß ſie ſo wohl zur Verdünnung als auch zur Verdichtung der Luft geſchickt ſind. In Ermangelung einer ſolchen Luftpumpe hat man aber auch eigene Compreſſionsmaſchinen erfunden. Schon **Galilei** α) bediente ſich hierzu einer Spritze, welche an das Gefäß an- und abgeſchraubet werden konnte. Weil aber das beſtändige Ab- und Anſchrauben ungemein mühſam war, ſo hat man bald auf andere Einrichtungen gedacht. **Hawksbee** war der erſte, der eine Compreſſionsmaſchine angegeben hat, bey welcher der Kolben an einer gezahnten Stange mittelſt eines Stirnrades auf und niedergezogen wird. Dieſe Maſchine hat **Wolf** β) umſtändlich beſchrieben. **Nollet** γ) nahm ein kupfernes Rohr (fig. 89.) abc, welches an beyden Enden aufwärts gebogen iſt. An dem einen Ende cf befindet ſich eine hohle 7 bis 8 Zoll lange Schraube, um ein Gefäß mit einem Hahne, worin die Luft verdichtet werden ſoll, anſchrauben zu können. Ein Hahn bey d iſt doppelt durchbohrt, theils um eine Gemeinſchaft mit den beyden Enden der Röhre zu haben, theils aber auch bey e mit der äußern Luft. An dem andern Ende ab der Röhre wird eine Pumpenſtange mit dem daran befindlichen Kolben auf und nieder gezogen. Wenn nun der Hahn bey d ſo gedrehet wird, daß der Theil ab der Röhre eine Gemeinſchaft mit der äußern Luft hat, ſo füllt ſich dieſer Theil hiermit an, wenn der Kolben mittelſt der Zugſtange in die Höhe gezogen wird; drehet man alsdann den Hahn bey d ſo, daß er nun eine Gemeinſchaft mit beyden Enden der Röhre hat, ſo kann man durch Niederdrückung des Kolbens die Luft in das bey f aufgeſchraubte Gefäß hineintreiben. Durch dieſes wiederhohlte Verfahren kann die Luft in dem angeſchraubten Gefäße ſo viel als man will, verdichtet werden. Wenn der Hahn d unmittelbar an b anſteht, und der innere körperliche Raum des Gefäßes nebſt der Röhre ce = v, und der Raum der

α) Dialog. I. de motu p. 71.

β) Nützliche Verſuche. Th. III. Halle, 1747. 8. Cap. I.

γ) Art des expériences. T. III. p. 10.

der Röhre $ab = V$ geſetzet wird, ſo läßt es ſich berechnen, wie vielmahl die Luft nach μ Zügen iſt verdichtet worden. Es kömmt nämlich

nach der 1ten Einpreſſung die Menge Luft in das Gefäß $= \beta + \alpha$
—— 2ten —— —— $= \beta + 2\alpha$
—— 3ten —— —— $= \beta + 3\alpha$
—— μten —— —— $= \beta + \mu\alpha$

Wenn β die Menge atmosphäriſcher Luft bedeutet, welche ſich vor dem erſten Zuge in dem Raum v, und α diejenige Menge bedeutet, die beym jedesmahligen Ausziehen des Kolbens in den Raum V tritt. Man ſetze die Menge der nach der μten Einpreſſung der Luft in den Raum $v = x$, ſo hat man $x = \beta + \mu\alpha$. Es iſt aber leicht zu begreifen, daß dieſe Menge von Luft den Raum $v + \mu V$ ausfüllen müßte, wenn ſie mit der uns umgebenden Luft einerley Dichtigkeit erhalten würde; demnach kann man ſchließen $x : \beta = v + \mu V : v$. Weil ſich nun bey gleichen geometriſchen Größen die Maſſen zu einander wie ihre Dichtigkeiten verhalten, ſo verhält ſich auch die Dichtigkeit der im Raume v eingepreßten Luft zur Dichtigkeit der freyen $= v + \mu V : v$. Aus der Proportion $x : \beta = v + \mu V : v$ findet man nun $\frac{x}{\beta} = \frac{v + \mu V}{v}$. Es wird alſo in dem Raume v die Luft nach μ Einpreſſungen $\frac{v + \mu V}{v}$ Mahl verdichtet. Aus $\frac{x}{\beta} = \frac{v + \mu V}{v}$ ergibt ſich $\frac{xv}{\beta} = v + \mu V$, und $\left(\frac{x}{\beta} - 1\right) v = \mu V$, und $\mu = \left(\frac{x}{\beta} - 1\right) \frac{v}{V}$. Man kann alſo auch finden, wie vielmahl die Einpreſſung der Luft geſchehen müſſe, wenn die körperlichen Räume v und V bekannt ſind, um die Luft in einem gegebenen Verhältniſſe gegen die im natürlichen Zuſtande befindliche Luft zu verdichten. Soll z. B. die Luft in dem Raume $v = 3$ Cubikfuß 10 Mahl dichter werden als die

 natür-

natürliche, ſo iſt, wenn $V = 1$, $\frac{x}{\beta} = 10$, mithin $\mu = (10 - 1) 3 = 27$.

Bey allen dergleichen Verſuchen hat man Vorſicht nöthig, damit die Gefäße durch die vermehrte Elaſticität der in ſelbigen eingepreßten Luft nicht zerſpringen. Vorzüglich dienen hierzu am beſten kupferne Gefäße, welche einen ſtarken Widerſtand aushalten können. Da man aber bey verſchiedenen Verſuchen nöthig hat, in den verdichteten Raum zu ſehen, und daher gläſerne Gefäße wählen muß, ſo ſieht man wohl, daß die Verdichtung der Luft in ſelbigen eine gewiſſe Grenze nicht überſchreiten könne. Man findet verſchiedene Unterſuchungen über den Druck der Luft auf die Gefäße und der nöthigen Feſtigkeit derſelben bey Herrn **Karſten** *).

Eine noch bequemere Compreſſionsmaſchine, als die nolletſche hat Herr **Winkler** β) angegeben. Sie iſt eigentlich die erſte, welche Hawksbee angab, mit einigen kleinen Veränderungen. In der meſſingenen Röhre ab (fig. 90.) kann ein Kolben mittelſt einer Zugſtange auf und niedergezogen werden. Das Rohr hat oben ein kleines Loch c, durch welches die äußere Luft in den innern Raum dringt, wenn der Kolben über ſelbiges iſt aufgezogen worden. Bey b iſt ein Blaſenventil angebracht, welches zwar die Luft aus ab in bde läßt, aber aus bde nicht wieder zurück in ba kommen kann. An das Rohr ab wird bey b die horizontalliegende und am Ende in die Höhe gebogene Röhre angeſchraubet, an deren Ende f das Gefäß zur Verdichtung der innern Luft durch eine Schraube befeſtiget werden kann. Wenn man dieſe beſchriebene Vorrichtung an ein hölzernes Geſtelle hinlänglich befeſtiget, auf welches man mit einem Fuße treten kann, ſo läßt ſich der Kolben ſehr gut auf und niederziehen.

Concavgläſer ſ. **Linſengläſer**.

*) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. VI. Greifsw. 1771. 8. Pnevmat. Abſchn. VII.

β) Anfangsgründe der Phyſik. Leipzig, 1754. 8. S. 130.

Concavſpiegel ſ. **Hohlſpiegel.**

Concretion (concretio, concrétion). Man verſtehet hierunter gemeiniglich den Uebergang der Flüſſigkeit in den Zuſtand der Feſtigkeit und Härte der Körper, wie z. B. bey dem Gefrieren der Flüſſigkeiten, Gerinnungen u. ſ. f. Auch verſteht man unter dem Worte Concretion eine Verbindung verſchiedener kleiner Theile zu einer feſten Maſſe. Oefters nennt man auch ſelbſt gewiſſe Körper Concretionen, nämlich diejenigen, welche vorher in kleinere Theile getrennt waren, und nunmehr durch ein Bindungsmittel zu einem einzigen Ganzen verbunden ſind.

Condenſation ſ. **Verdichtung.**

Condenſator der Elektricität, Mikroelektrometer, Mikroelektroſkop (condenſator electricitatis, condenſateur de l'électricité) iſt ein von Herrn **Volta** *) angegebenes merkwürdiges Werkzeug, wodurch auch die allerſchwächſten Grade der künſtlichen und natürlichen Elektricität merklich gemacht werden können. Dieſer Condenſator iſt zuſammengeſetzt aus zwey Theilen,

1. aus einer Platte von einer ſchlechtleitenden oder halbleitenden Materie;

2. aus einem Deckel, welcher wie der Deckel des Elektrophors mittelſt ſeidener Schnüren oder eines gläſernen Handgriffes aufgehoben und niedergelaſſen werden kann.

Die Platte des Condenſators wird aus trockenem und reinem Marmor = oder Alabaſterplatten, Achat, Chalcedon, Elfenbein, mit Leinöl getränktem trockenem Holze, oder dergleichen mit dünnem Firniß oder Siegellack überzogenen u. ſ. f. halbleitenden Materien verfertiget. Dieſe Platte muß nicht iſoliret werden, ſondern mit dem Fußboden in einer leitenden Verbindung ſtehen. Man kann ſogar hierzu vollkommen elektriſche Körper gebrauchen, wenn ſie nur mit dem Fußboden in einer Verbindung ſtehen und dünn ſind. Es kann alſo dazu eine dünne Luftſchicht oder eine kleine Entfernung

*) Philoſoph. transact. Vol. LXXII. P. I. ferner in *Rozier* journal de phyſique, May, Juillet, Aout 1783.

des iſolirten Deckels von einer leitenden ebenen Fläche, oder ſelbſt der Harzkuchen eines nicht zu ſtarken Elektrophors, oder auch ein mit Siegellack dünn überzogenes Bley dienen. Bey einer feuchten Witterung müſſen jedoch die mehreſten Körper erwärmet werden.

Der Deckel iſt von Metall und dem Deckel des Elektrophors vollkommen gleich. Er muß eben, auch ohne Ecken und Schärfen ſeyn, aber vollkommen genau an die Platte des Condenſators anſchließen. Man kann ſich auch bloß einer Metallplatte bedienen, welche an der untern Seite mit Taffet glatt überzogen iſt, und an der andern Seite ſeidene Schnüre hat. Dieſe gebraucht man alsdann, ohne eine untere Platte nöthig zu haben, wenn man ſelbige auf einen Tiſch, Stuhl, Buch u. ſ. f. legt.

Gegen dieſe Einrichtung des Condenſators zur Unterſuchung und Vergleichung ſehr ſchwacher Elektricitäten hat **Cavallo** [α]) den ſehr gegründeten Einwurf gemacht, daß die dem Deckel zugeführte Elektricität in der Baſis urſprüngliche Elektricität erwecke, wodurch die Baſis elektrophoriſch, und die ganze Vorrichtung dadurch ſo lange unbrauchbar werde, bis man der Baſis ihre Elektricität völlig beraubet habe, welches aber keine ſo leichte Sache ſey. Nach dem Vorſchlage des Herrn Hofr. **Lichtenberg** [β]) wird aber dieſes durch folgende Einrichtung gänzlich vermieden: man lege auf eine Metallplatte, wozu die äußere Seite eines jeden flachen zinnernen Tellers gebrauchet werden kann, drey Stückchen dünnes Fenſterglas in ein beynahe gleichſeitiges Dreyeck. Je kleiner die Stückchen Glas ſind, deſto beſſer ſind ſie. Herr **Lichtenberg** nahm ſie in der Größe des Buchſtabens o. Auf dieſe Unterlage wird nun der Deckel des Condenſators geſetzt, welcher ſonſt die metallene Platte nicht weiter berühren muß.

Die Wirkung des Condenſators iſt dieſe, daß der Deckel, welcher auf der nicht iſolirten Baſis ſtehet, alle ihm vorher mit-

α) Philoſoph. transact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 1.

β) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre.

mitgetheilte Elektricität nicht nur weit feſter an ſich hält, ſondern auch weit mehr neue Elektricität anzunehmen fähig iſt, als wenn er völlig iſolirt wäre, oder nach **Volta's** Ausdrükken, daß ſo wohl ſeine **Tenacität** als **Capacität** verſtärkt gefunden wird. Dieſe Wirkung beruht ganz allein auf der Lehre der elektriſchen Wirkungskreiſe. Wird nämlich ein elektriſirter Körper in den Wirkungskreis eines andern mit ſeiner natürlichen Elektricität verſehenen Körpers gebracht, ſo wird ein Theil des $\pm E$ im elektriſirten Körper durch das $\mp E$ des andern gebunden, und erlangt dadurch die Fähigkeit noch mehr $\mp E$ von andern Körpern anzunehmen. Dieſe Fähigkeit, mehr Elektricität aufzunehmen, wird freilich bey der Berührung am größten ſeyn, nur muß alsdann kein Uebergang der Elektricität durch Mittheilung Statt finden. Um dieſes nun zu verhüten, dienen eben die vom Herrn **Lichtenberg** angegebenen drey Stückchen Glas zwiſchen der Baſis und dem Deckel. Geſetzt alſo, es würde dem Deckel des Condenſators Elektricität zugeführet, z. B. $+E$, ſo wird nun vermöge des Geſetzes der elektriſchen Atmoſphäre das natürliche $-E$ der Baſis jenes $+E$ binden, dadurch nimmt aber die Fähigkeit des Deckels zu, noch mehr $+E$ aufzunehmen, wenn demſelben dergleichen zugeführet wird. Dieß $+E$ wird aber ſo lange, als der Deckel auf der Baſis ruhet, unbemerkbar bleiben, und dann erſt ſich frey zeigen, wenn der Deckel von der Baſis weggenommen wird.

Durch dieſes Inſtrument hat man bereits verſchiedene wichtige Entdeckungen gemacht: Herr **Volta** führet in Rückſicht der **Tenacität** an, daß die Elektricität des Deckels, welche in der Luft in einer Zeit von wenigen Minuten ganz verſchwunden ſeyn würde, auf der Baſis viele Stunden lang anhalte, und ſelbſt durch Berührung mit Leitern nicht entzogen werde. Er war vermögend, einen Finger oder ein Metallſtäbchen 30 Sekunden hindurch an den Deckel zu halten, ohne demſelben der Elektricität völlig zu berauben, indem der Deckel von der Baſis abgenommen noch einen beträchtlichen Funken gab. Da gewöhnlich die Iſolirung als

das einzige Mittel angegeben wird, die dem Körper mitgetheilte Elektricität eine Zeit lang zu behalten, ſo ſcheint es hier ſehr auffallend, daß ſo gar die Beybehaltung der Elektricität des Deckels deſto größer ſey, je unvollkommener das Iſoliren der Baſis iſt. Allein aus der vorigen Erklärung erhellet es ungemein leicht, daß es ganz darauf ankomme, Mittheilung und Uebergang der Elektricität von der Vertheilung derſelben durch die Wirkung der Atmosphäre zu unterſcheiden.

In Anſehung der Capacität kann der auf die Baſis geſetzte Deckel durch den Conduktor einer Elektriſirmaſchine, oder durch den geladenen Deckel eines Elektrophors, oder durch eine geladene leidner Flaſche u. ſ. f. noch mehr Elektricität als ſonſt aufnehmen. So lange er auf der Baſis liegt, zeigt er zwar keine oder wenigſtens ſehr geringe Elektricität, ſo bald er aber davon weggenommen wird, ſo zeiget ſie ſich beträchtlich ſtark. Weil alſo der Deckel durch ſehr ſchwache Elektricität ſehr ſtark durch Zuführung elektriſiret werden kann, ſo laſſen ſich auch ſehr geringe Grade der Elektricität dadurch merklich machen. Bey ſtarken Graden von Elektricität werden die Wirkungen des Condenſators nicht verhältnißmäßig vergrößert. So bald die dem Deckel zugeführte Elektricität ſo ſtark wird, daß die untere Platte derſelben nicht mehr zu widerſtehen vermag, ſo wird ſie dem untern Deckel mitgetheilet, und geht in den Fußboden über.

Außerdem ſind vermittelſt des Condenſators noch folgende Entdeckungen gemacht worden. Wenn man mit dem Knopf der entladenen leidner Flaſche den Deckel des Condenſators berühret, ſo zeigen ſich noch Spuren von Elektricität, welche die Flaſche gar nicht mehr zeigte. Ferner hat man bey den Zerſtörungen und Entſtehungen neuer Körperarten, wobey Wärmematerie entwickelt wird, vermittelſt des Condenſators Elektricität wahrgenommen, wie z. B. bey verſchiedenen Auflöſungen, beym Verbrennen der Kohlen, beſonders wenn Waſſer auf ſelbige geſpritzet wird, bey der Ausdünſtung des Waſſers, bey der ſtarken Bewegung des menſchlichen Körpers

pers u. d. g. mehr. Zuweilen geſchiehet es, daß bey der Berührung des Knopfs der entladenen leidner Flaſche der Deckel keine Spur einer Elektricität zeigt. In dieſem Falle kann man mit der Kante dieſes Deckels einen andern Deckel eines zweyten Condenſators berühren. Auf dieſe Weiſe wird die zerſtreuete Elektricität noch mehr condenſiret und bemerklich gemacht, wenn der Deckel von der Baſis weggenommen wird. Dieſer doppelte Condenſator iſt eine Erfindung von **Cavallo.** Er gebraucht zum zweyten Condenſator eine Metallplatte von der Größe eines Schillings.

Man kann alſo mittelſt des Condenſators die allergeringſten Grade der natürlichen Elektricität ſo wohl als auch der künſtlichen bemerkbar machen, daher es auch den Nahmen **Mikroelektrometer** oder **Mikroelektroſkop** erhalten hat. Vorzüglich dienet er zur Beobachtung der atmosphäriſchen Elektricität, wenn man mit dem auf die untere Platte aufgeſetzten Deckel einen Draht verbindet, und ſo einige Minuten in der freyen Luft ſtehen läßt. Auf dieſe Weiſe hat **Volta** faſt täglich, ja ſtündlich, in der Atmosphäre Elektricität angetroffen, wenn ſie gleich ſo ſchwach war, daß man ſie ohne den Gebrauch des Condenſators gar nicht wahrgenommen hätte.

Volta trägt unter dem Nahmen **elektriſcher Paradoxen** folgende Aufgaben vor, welche ſich durch den Condenſator auflöſen laſſen, ob ſie gleich den ſonſt bekannten Geſetzen der Elektricität, d. i. denjenigen, welche bloß die Mittheilung betreffen, ganz zu widerſprechen ſcheinen.

1. Zu machen, daß ein ſchlecht iſolirter Leiter die mitgetheilte Elektricität länger behalte als ein vollkommen iſolirter.

2. In einem ſchlecht iſolirten Leiter mehr Elektricität anzuhäufen, als er im Zuſtande der vollkommenen Iſolirung anzunehmen fähig iſt.

3. Zu machen, daß ein elektriſirter Leiter ſeine Elektricität nicht ganz verliere, wenn man ihn gleich zu wiederholten Mahlen mit dem Finger oder mit einem Metalle berühret.

4. Zu machen, daß ſich die Elektricität eines Leiters nicht ganz zerſtreut, wenn man gleich den Finger 30 Sekunden lang daran läßt.

5. Bey einer Elektriſirmaſchine, deren Conduktor ſchlecht iſolirt iſt, die Elektricität in einem zweyten ſchlecht iſolirten Leiter anzuhäufen.

6. Eben dieß zu bewirken, wenn die Schwäche der Elektricität von der ſchlechten Beſchaffenheit der Maſchine herrühret.

7. Aus einer bereits entladenen Flaſche in einen ſchlecht iſolirten Conduktor ſo viele Elektricität zu bringen, daß er hundert und mehr ſtarke Funken gebe.

8. Durch Reiben der Metalle an Leitern Elektricität zu erregen.

Zuletzt glaubt Herr **Volta** noch, daß hieraus deutlich erhelle, daß die Elektricität eine Wirkung in die Ferne ausübe, weil ſie von dem elektriſirten Körper aus auf einen andern unelektriſirten auf eine ziemlich große Entfernung wirke, ohne daß von jenem Körper in dieſen etwas reelles übergehe, indem in jenem die Elektricität unvermindert und ganz in ihm zurückbleibe, und nur ihre Spannung oder Intenſität ändere.

Weil der Deckel des Condenſators, ſo lange er auf der halbleitenden Platte ſtehet, nicht allein in Anſehung ſeiner Capacität, ſondern auch der Tenacität, beträchtlich zunimmt, ſo heißt auch der Condenſator in dieſer Rückſicht **Conſervator der Elektricität.**

Herr **Bennet** *) beſchreibt eine vortheilhafte Einrichtung, ſein ohnedieß ſehr empfindliches Elektrometer noch mit einem Condenſator zu verbinden, um hiermit die aller ſchwächſten Grade der Elektricität bemerklich zu machen. Es wird nämlich der Deckel des Elektrometers eben abgeſchliffen, um ein kleines ebenfalls abgeſchliffenes und überfirnißtes Marmorplättchen darauf zu legen, damit es allenthalben anſchließe. Dieſes Marmorplättchen hat an der Seite einen gläſernen Hand-

*) Philoſoph. transact. 1787. Vol. LXXVII. P. I. p. 52. Deutſch. Zuſatz zu der Beſchreibung eines neuen Elektrometers, von A. Bennet, in den leipz. Samml. zur Phyſ. und Naturg. B. IV. S. 427.

Handgriff, und auf dieſem liegt ein kleines Metallplättchen, welches ebenfalls einen iſolirten Handgriff hat. Wenn nun dem metallenen Deckel des Elektrometers ein geringer Grad von Elektricität zugeführet wird, indem man das Marmorplättchen mit dem Finger berühret, ſo iſt der einfache Condenſator geladen, und es wird die Elektricität, wenn ſie ſtark genug iſt, an den Goldſtreifen bemerkbar werden, ſo bald man das Marmorplättchen an dem iſolirten Handgriffe in die Höhe hebt. Wäre ſie aber noch nicht ſichtbar, ſo darf man nur das Metallplättchen, indem man das Marmorplättchen in die Höhe hält, mit dem Finger berühren, das Metallplättchen alsdann mittelſt des iſolirten Handgriffs abnehmen, und das Marmorplättchen auf den metallenen Deckel des Elektrometers halten, ſo werden die Goldſtreiffen, wenn nicht etwa die Elektricität noch zu ſchwach wäre, aus einander fahren, und ſo eben dieſelbe Elektricität, welche dem Deckel mitgetheilet worden, anzeigen. Durch dieſe Vorrichtung hat alſo Herr **Bennet** den größern und kleinern Condenſator zugleich mit ſeinem Elektrometer verbunden.

Mittelſt dergleichen Verbindungen hat man vorzüglich die Elektricität bey der Verdampfung unterſuchet. Wenn man nämlich ein Kohlenfeuer iſoliret, und die metallene Platte, worauf es ſteht, mit dem Deckel des Elektrometers, auf welchen ſich der Condenſator befindet, verbindet, ſo zeigen die Goldſtreiffen Elektricität, zumahl wenn man auf die Kohlen Waſſer ſprengt, und zwar negativ. Gebrauchet man ſtatt des Kohlenfeuers ſehr erhitztes Metall, ſo findet eben dieß Statt, nur iſt dieß beſonders merkwürdig, daß Eiſen und Kupfer poſitive, hingegen alle übrige Metalle negative Elektricität geben. **Bennet** ſtellt dieſe Verſuche mit einer thönernen Tabackspfeife an, indem er nämlich die Spitze derſelben erhitzt, in den Kopf Waſſer ſchüttet, und dieſes durch den erhitzten Theil laufen läßt, wo es ſogleich in Dampf aufgelöſet wird. Steht nun der Deckel des Elektrometers nahe dabey, ſo zeigen die Goldſtreiffen die Elektricität an.

M. ſ.

M. ſ. An eſſay on electricity, in which the theory and practice of that uſeful ſcience are illuſtrated by a variety of experiments, by *Geo. Adams.* Lond. 1784. 8. p. 181. Ge. Adams Verſuch über die Elektricität, Leipz. 1785. 8. Ueber des **Volta** Condenſator der Elektricität, in den Leipz. Sammlung. der Phyſik und Naturg. B. III. St. 2. Vollſtändige Abhandlung der Elektricität, von **Tiberius Cavallo**, a. d. Engl. B. I. Leipz. 1797. S. 373 u. f. B. II. S. 149 u. f. **Erxleben** Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg.

Condenſator der Wärme ſ. **Wärmeſammler.**

Conduktor der Elektriſirmaſchine, erſter Leiter ſ. **Elektriſirmaſchine.**

Coniſche Spiegel ſ. **Spiegel.**

Conjunktion ſ. **Aſpekten.**

Conſervationsbrillen ſ. **Brillen.**

Conſervator der Elektricität ſ. **Condenſator.**

Conſiſtenz (conſiſtentia, conſiſtence) iſt der Zuſtand eines Körpers, worin ſeine Theile mit einer beträchtlichen Kraft zuſammenhängen, ſo daß der Trennung der Theile ein ſtarker Widerſtand entgegengeſetzet zu ſeyn ſcheinet. Der Begriff ſelbſt iſt ein relativer Begriff, indem man nur ſagen kann, daß ein Körper mehr oder weniger Conſiſtenz als ein anderer beſitze. Man kann ſo wohl von flüſſigen als feſten Körpern ſagen, daß ſie Conſiſtenz haben, und wenn ſie zäher oder härter werden, daß ſie mehr Conſiſtenz erhalten. Eben dieſe Ausdrücke gebrauchet man auch bey Pulvern und Sandgemengen, wenn ſich ihre Theile durch Zuſchüttung von etwas Flüſſigen zu einem Ganzen vereinigen, oder eine einzige Maſſe bilden.

Conſonanzen, Accorde, conſonirende Töne (toni conſonantes ſ. conſoni, interualla tonorum conſona, accords, conſonances) ſind die Verbindungen von zwey oder mehreren zugleich klingenden Tönen, welche dem Ohr eine angenehme Empfindung zu Wege bringen.

Unſere

Unſere Seele empfindet vermöge des Gehörorgans gar bald, ob das Verhältniß der Töne leicht zu erkennen iſt, und daher Wohlklang zu Wege bringen, oder ob es nicht ſo leicht zu erkennen iſt, daher Mißklang. Wie aber die Seele die Eindrücke von dem Wohlklang oder Mißklang der Töne erhalte, das gehöret nicht in die Phyſik, ſondern in die Seelenlehre.

Wenn von ein Paar Saiten von gleicher Dicke und gleicher Spannung die eine nur halb ſo lang als die andere iſt, mithin auch noch ein Mahl ſo viele Schwingungen als die andere macht, ſo iſt ihr Ton die **Oberoktave** von dem **Grundtone**, welchen die andere Saite angibt, wie die Erfahrung lehret. Wäre ferner die kürzere $\frac{2}{3}$ von der längern Saite, oder die kürzere machte in eben der Zeit drey Schwingungen, da die längere zwey Schwingungen macht, ſo gibt die kürzere einen Ton an, welcher die Quinte des Tons der längern iſt; wenn noch weiter die kürzere $\frac{3}{4}$ von der längern Saite, oder die kürzere gibt vier Schwingungen in eben der Zeit, da die längere drey gibt, ſo iſt der Ton der kürzern die Quarte des Grundtons der längern; wenn die kürzere $\frac{4}{5}$ der längern iſt, ſo iſt der Ton der kürzern die große Terze des Grundtons der längern, iſt aber die kürzere $\frac{5}{6}$ der längern, ſo gibt die kürzere die kleine Terze des Grundtons der längern an; wenn die kürzere $\frac{3}{5}$ der längern, ſo iſt der Ton der kürzern die große Sexte des Grundtons der längern; iſt aber die kürzere $\frac{5}{8}$ der längern, ſo iſt der Ton der kürzern die kleine Sexte des Grundtons der längern; wenn die kürzere $\frac{1}{3}$ der längern iſt, ſo iſt der Ton der kürzern die Oberduodecime des Grundtons der längern oder auch die Oberoktave der Quinte; iſt aber die kürzere $\frac{1}{5}$ der längern, ſo iſt der Ton der kürzern die Oberduodecime-Septime oder die doppelte Oktave der großen Terze des Grundtons der längern Saite. Alles dieß druckt man kürzer ſo aus: die Oktave, die Quinte, die Quarte, die große Terze, die kleine Terze, die große Sexte, die kleine Sexte, die Oberduodecime, die Oberduodecime-Septime ſtehen zum Grundtone

in den Verhältniſſen 2:1; 3:2; 4:3; 5:4; 6:5; 5:3; 8:5; 3:1; 5:1; mithin ſind nach dem obigen angenommenen Grundſatze die Oktave, die Quinte, die große Terze dem Ohre ſehr angenehm, und machen daher auch, wie bekannt, den vollkommenſten vierſtimmigen Accord. Einen weniger vollkommenen Accord machen der Grundton und die Terze und bey harten Tönen die große Terze und Quinte aus; noch weniger vollkommene Accorde ſind die zweyſtimmigen, nämlich Grundton und Oktave, Grundton und Quinte, Grundton und große Terze, Grundton und kleine Terze, Grundton und Quarte, Grundton und Sexte. Diſſonirende zweyſtimmige Accorde ſind der Grundton und die Septime, der Grundton und die Sekunde.

Die Kunſt eines Tonſetzers beruht vorzüglich darauf, die Diſſonanzen mit den Conſonanzen auf eine geſchickte Weiſe zu verbinden, damit das Ohr durch geſetzte Diſſonanzen gleichſam vorbereitet werde, die Conſonanzen deſto lebhafter zu empfinden, womit Melodie und Harmonie verbunden ſeyn müſſen.

Die Tonkünſtler nehmen zwiſchen dem Grundton und ihrer Oktave 7 Haupttöne und 5 dazwiſchen liegende Töne an. Es ſind aber die Intervallen dieſer Töne nicht allerwärts gleich, d. h. die zwölf Töne, welche zwiſchen eine Oktave fallen, ſind nicht zwölf gleiche Töne: wegen des Wohlklanges darf dieß auch nicht ſeyn, indem es ſonſt keine vollkommenen Conſonanzen gäbe. Das Verhältniß dieſer Töne iſt von verſchiedenen Theoretikern auch verſchiedentlich angegeben worden. Nach der Temperatur des Herrn **Eulers** iſt das Verhältniß bloß aus den Zahlen 2, 3, 5 zuſammengeſetzt; da im Gegentheil andere Temperaturen, als z. B. die nach **Kirnberger** ein weit zuſammengeſetzteres Verhältniß dieſer Töne ſetzten. So iſt z. B. dieß Verhältniß der großen Sexte nach **Eulern** = 5 : 3, nach **Kirnbergern** aber 270 : 161. Allein man findet hierbey Schwierigkeiten, welche unter dem Artikel **Ton** erwähnet werden ſollen.

M. ſ.

M. ſ. **Leonh. Eulers** Briefe über verſchiedene Gegenſtände der Naturlehre nach der Ausgabe des Herrn **Condorcet** und **Croix** aufs neue überſetzt, und mit Anmerk. und Zuſätz. und neuen Briefen vermehret von **Fried. Kries.** B. I. Brief 5—7. **Kirnberger** Kunſt des reinen Satzes in der Muſik. Berlin 1771. 4.

Conſtellationen ſ. **Sternbilder.**

Concavgläſer ſ. **Linſengläſer.**

Convexſpiegel ſ. **Spiegel.**

Copernikaniſches Syſtem ſ. **Weltſyſtem.**

Crater ſ. **Vulkane.**

Crownglas iſt eine Art von Glas, welche man in England gewöhnlich zu Fenſterſcheiben gebraucht. Dieſes Glas iſt vorzüglich dadurch bekannt worden, weil der engliſche Künſtler, der ältere **Dollond**, durch Verbindung dieſes Glaſes mit dem Flintglaſe die Entdeckung machte, daß dadurch die Abweichung der Gläſer wegen der Farben gänzlich vermieden werden konnte.

Nach Verſuchen, welche Dollond über dieſe beyden Glasarten angeſtellet hatte, gibt er das Brechungsverhältniß des Crownglaſes wie 1,53:1 an, welches man in einem Briefe an **Klingenſtierna**, den **Clairaut** α) anführet, findet. Nach den Verſuchen des **Dúc de Chaulnes** β) iſt dieß Verhältniß 1: 0,665. Das Crownglas zerſtreuet die Strahlen weniger als das Flintglas, und es iſt das Farbenbild des Crownglaſes um $\frac{1}{3}$ kürzer, als das Farbenbild des Flintglaſes unter übrigens gleichen Umſtänden. Bey den achromatiſchen Fernröhren wird daher dieſes Glas zu den Objektivgläſern gebraucht, weil es bey einer ſtärkern Brechung eine geringere Farbenzerſtreuung verurſachen ſoll. Das Meiſte kömmt aber doch auf das Flintglas an, und es haben die Künſtler außer England ſich ihrer einheimiſchen Glasarten eben ſo gut ſtatt des Crownglaſes bedienet.

Cryſtalllinſe ſ. **Auge.**

Culmi-

α) Mémoires de l'Acad. roy. des ſcienc. à Paris 1757.
β) Mémoir. de l'Acad. de Berlin 1767.

Culmination, Durchgang durch den Mittagskreis (Culminatio, mediatio, tranſitus per meridianum, paſſage par le meridien). Wenn die Geſtirne bey ihrer täglichen Bewegung eben durch den Mittagskreis gehen, ſo ſagt man alsdann, daß ſie **culminiren.** Es gibt Geſtirne, welche in ihrem täglichen Umlaufe zwey Mahl in den Mittagskreis kommen; alsdann erreichen ſie das eine Mahl die größte, und das andere Mahl die kleinſte Höhe, und eben daher iſt der Ausdruck Culmination entſtanden, weil zu dieſer Zeit die Geſtirne gerade die größte Höhe erreichet haben. Der Tagbogen durchſchneidet den Mittagskreis allemahl in dieſem höchſten Punkte.

Was die Zeit der Culmination betrifft, ſo läßt ſich dieſe ſo wohl durch Beobachtung als auch durch Rechnung finden. Wenn man die Zeit der Culmination durch Beobachtung finden will, ſo kann man ſich hierzu verſchiedener Werkzeuge bedienen. Man hat beſonders dazu eingerichtete Fernröhre, deren Axen ſich nur in der Mittagsfläche auf und nieder bewegen, ſonſt aber keine Seitenbewegung zu laſſen. Man nennt dergleichen Fernröhre **Durchgangsfernröhre, Mittagsfernröhre, Paſſageinſtrumente** (inſtrumenta culminatoria). Wenn durch ein ſolches Fernrohr das Geſtirn in der verlängerten Axe geſehen wird, ſo iſt gerade die Culmination des Geſtirnes da; der Augenblick, da dieß geſchiehet, an einer genauen Uhr beobachtet, gibt die Zeit der Culmination an. Die allereinfachſte Methode, die Zeit der Culmination der Geſtirne zu finden, wird durch das ſo genannte **Fadendreyeck** (triangulum filare) verrichtet *). Man ſpannt nämlich über die Mittagslinie (fig. 91.) ab einen Faden cd ſenkrecht auf ab und einen andern de gegen die Mittagslinie ab unter einem beliebigen Winkel e. Dieſe beyden Fäden cd und de mit dem Theile ce der Mittagslinie bilden alſo ein rechtwinkliges Dreyeck, deſſen Fläche in der Fläche des Mittagskreiſes lieget. Hat nun das Auge in

*) *Wolfii* elementa matheſeos univerſae Tom. III. element. aſtron. §. 134.

in dem Mittagskreiſe die Lage, daß demſelben der Faden de von dem Faden dc gedeckt erſcheine, ſo wird das Geſtirn in dem Mittagskreiſe ſich befinden, folglich culminiren, wenn es von dem Auge durch den Faden dc in zwey Theile getheilet betrachtet wird. Die Zeit nach einer genauen Uhr gibt die Zeit der Culmination. Auch kann man hierzu den Mauerquadranten mit vielem Vortheile gebrauchen, welcher zugleich die Höhe des Geſtirnes im Augenblicke der Culmination, d. h. die Mittagshöhe, beſtimmt. Ferner läßt ſich die Zeit der Culmination mittelſt beweglicher Quadranten finden, indem man eine gleiche Höhe des Geſtirnes auf der Morgen- und Abendſeite beobachtet, die Zeitpunkte, da dieß geſchieht, nach einer genauen Uhr bemerket, und die Hälfte der Zwiſchenzeit zu der Zeit der Beobachtung auf der Morgenſeite hinzugeſetzet. Die Zeit des culminirenden Mittelpunktes der Sonne gibt zugleich die Zeit des Mittags an. Da nun die Sonne nicht als ein Punkt, ſondern als eine beträchtliche Scheibe erſcheinet, deren Mittelpunkt durch nichts bezeichnet iſt, ſo müſſen die Zeiten für beyde Sonnenränder, indem der eine in den Mittagskreis tritt, und der andere denſelben verläßt, beſonders beobachtet werden. Zu der erſten Zeit ſetzt man alsdann noch die halbe Zwiſchenzeit dazu, um die wahre Zeit der Culmination des Mittelpunktes der Sonne, mithin den wahren Mittag zu erhalten. Wenn eine Mittagslinie genau iſt gezogen worden, und es ſteht auf derſelben in der Mittagsfläche ein Stift entweder ſenkrecht oder auch ſchief, ſo wird zur Zeit der Culmination der Sonne der Schatten von dieſem Stifte genau in der Mittagslinie liegen, und daher den wahren Mittag beſtimmen. Eine richtig geſtellte Sonnenuhr wird demnach den wahren Mittag angeben, wenn der Schatten des Gnomons die zwölfte Stundenlinie bedeckt.

Wenn man die Zeit der Culmination durch Rechnung beſtimmen will, ſo muß man den Abſtand der Frühlingsnachtgleiche von der Sonne, und die gerade Aufſteigung des Sternes, deſſen Zeit der Culmination geſucht wird, zuſammen

men addiren, und dieſe Summe in Zeit verwandeln. Stellt nämlich die 92. fig. den Aequator vor, ♈ den Frühlingspunkt, ♈ n ſ die gerade Aufſteigung der Sonne und ♈ n die des Sternes n, ſo ſieht man leicht ein, daß der Stern n um ſo viel ſpäter in den Mittagskreis kommen müſſe, als die Sonne ſ, ſo viel der Bogen ſ n Zeit gebrauchet, damit er durch den Mittagskreis durchgehe. Es iſt aber dieſer Bogen = ♈ ſ + ſ n gleich der Summe des Abſtandes der Frühlingsnachtgleiche von der Sonne und der geraden Aufſteigung des Sternes. Wird nun die Zeit der Culmination des Sternes bloß in Sternzeit verlangt, ſo braucht man nur den Abſtand der Nachtgleiche für den verlangten Mittag zu nehmen. Will man aber die Zeit der Culmination in wahrer Sonnenzeit, ſo muß der Abſtand der Nachtgleiche von der Sonne für den Augenblick der Culmination geſucht werden. Alsdann läßt ſich durch eine leichte Regel Detri berechnen, wie viel von der gefundenen Zeit, wenn die Zeit der Culmination bloß in Sternzeit verlangt wird, ſubtrahiret werden müſſe. Man findet den Abſtand der Frühlingsnachtgleichen von der Sonne, und die gerade Aufſteigung der vornehmſten Geſtirne in Sternzeit verwandelt in den Ephemeriden.

M. ſ. **Käſtner** aſtronomiſche Abhandlungen. Götting. 1772. Abh. III. §. 77. u. f.

Culminirender Punkt ſ. **Magnet.**

Cyanometer ſ. **Kyanometer.**

Cykel (cyclus, cycle) iſt eine Reihe von Jahren, welche man immer wieder von vorne zu zählen anfängt. Von den älteſten Zeiten an ſind die Cykel bey der Zeitrechnung gebrauchet worden. Bey unſerer jetzigen Zeitrechnung ſind nur noch drey Cykel gewöhnlich, nämlich der **Sonnencykel, Mondcykel** und **Indictionscykel.**

Der Sonnencykel (cyclus ſolis, cycle ſolaire) iſt eine Zeitperiode von 28 Jahren, nach welcher vermöge der Einrichtung des julianiſchen Kalenders die Sonntage, mithin auch die Wochentage, auf die nämlichen Monathstage fallen.

Eigent-

Eigentlich heißt der Sonnencykel richtiger der **Sonnenbuchſtabencykel**, weil man die 7 Wochentage in der Zeitrechnung durch die erſten Buchſtaben des Alphabets ausdruckt, und ein Buchſtabe das ganze Jahr hindurch auf den Sonntag fallen muß, wenn der erſte Tag im Jahre mit dem Buchſtaben A angehet, welcher eben der **Sonntagsbuchſtabe** genannt wird. Weil nun ein gemeines julianiſches Jahr 52 Wochen und 1 Tag, ein Schaltjahr aber 52 Wochen und 2 Tage enthält, ſo endiget ſich das gemeine Jahr mit eben dem Tage, womit es anfing, das Schaltjahr aber mit dem nächſtfolgenden. Das folgende Jahr nach einem verfloſſenen gemeinen Jahre fängt alſo mit demjenigen Wochentage an, welcher unmittelbar auf den folget, mit welchem das nächſte Jahr vorher anfieng; hätte man demnach gar kein Schaltjahr, ſo würde nach einem Cykel von 7 Jahren das Jahr mit eben dem Wochentage anfangen. Allein weil das Schaltjahr mit dem zweyten nach demjenigen Wochentage anfängt, mit welchem das Schaltjahr anfieng, ſo kann erſt nach 7 Schaltjahren mithin nach einem Cykel von 28 Jahren die nämliche Ordnung der Wochentage für den Anfang des Jahres eintreten. Weil alſo nach dieſer verfloſſenen Zeit der nämliche Buchſtabe wieder auf den Sonntag fällt, ſo erhellet hieraus der Nahme Sonnenbuchſtabencykel. **Dionyſius Exiguus** *), welcher zu Anfange des 6ten Jahrhunderts lebte, und vorzüglich die Vorſchriften zu der jetzigen Jahrrechnung von Chriſti Geburt angegeben hat, ſetzt den Anfang des Sonnencykels 9 Jahre vor Chriſti Geburt ſo, daß das erſte Jahr der chriſtlichen Zeitrechnung das 10te iſt, welches den Buchſtaben B zum Sonntagsbuchſtaben hat. Wenn man alſo wiſſen will, wie viele Sonnencykel ſeit Chriſti Geburt verfloſſen ſind, ſo muß man zu der laufenden Jahrzahl die Zahl 9 addiren, und dieſe Summe durch 28 dividiren, der Quotiente gibt die verlangte Zahl an. Z. B. 1798 + 9 = 1807 durch 28 dividiret gibt den Quotienten 64 und 15 bleibt zum Reſte. Dieſer Reſt 15

Rr 2 zeigt,

*) *Jo. G. Jani hiſtoria cycli Dionyſiani. Viteb. 1718.*

zeigt, daß das Jahr 1798 das 15te des gegenwärtigen Sonnencykels ſey, der Quotiente 64 aber zeigt an, daß ſeit Chriſti Geburt 64 ſolche Cykel verfloſſen ſind.

Der **Mondcykel** (cyclus lunae, cycle lunaire) iſt ein Zeitraum von 19 julianiſchen Sonnenjahren, nach deren Verlauf alle Neu- und Vollmonde an gleichen Tagen des Jahres wieder eintreten. Er wurde 430 Jahre vor Chriſti Geburt von dem griechiſchen Weiſen **Meton** gefunden, und man hielt dieſe Entdeckung für ſo wichtig, daß die Rechnung desſelben mit goldenen Buchſtaben eingegraben wurde. Aus dieſem Grunde heißt auch noch die Zahl, welche angibt, wie viele Jahre des laufenden Mondcykels bis aufs gegenwärtige verfloſſen ſind, die **güldene Zahl**. Wenn man von der Länge des julianiſchen Jahres 365 Tage 5 St. 59 M. 60 Sek. das Mondenjahr 354 T. 8 St. 48 Min. 36 Sek. ſubtrahirt, ſo iſt die Differenz 10 — 21 — 11 — 24 —
Wäre dieſe Differenz gerade 11 Tage, ſo würden alle Neu- und Vollmonde in jedem folgenden Jahre 11 Tage früher eintreten. Weil man im gemeinen bürgerlichen Leben die Stunden und Minuten nicht mit zählet, ſo rechnet man auf einen bürgerlichen Mondenmonath wechſelsweiſe 29 und 30 Tage, mithin beträgt ein ganzes bürgerliches Mondenjahr 180 + 174 = 354 Tage, da alsdann das gemeine julianiſche Jahr von 365 Tagen gerade um 11 Tage größer als das bürgerliche Mondenjahr iſt. Multipliciret man die Zahl 11 mit der Zahl 19, ſo erhält man zum Produkte 209. Demnach ſind 19 Mondenjahre um 209 Tage größer, als eben ſo viele gemeine julianiſche Jahre. Setzt man einen bürgerlichen Mondenmonath 29½ Tag, ſo betragen 209 Tage 7 Mondenmonathe und 2½ Tag. Weil aber der Ueberſchuß des julianiſchen Jahres über das wahre Mondjahr beynahe 3 Stunden kürzer als 11 Tage iſt, und 3 Mahl 19 = 57 Stunden = 2 Tage 9 Stunden beynahe 2½ Tag ausmachen, ſo iſt eigentlich der Unterſchied zwiſchen 19 julianiſchen und eben ſo viel Mondenjahren nur 7 Mondenmonathe bis auf eine Kleinigkeit, die nach genauern Rechnungen noch nicht völlig

1½ Stunde

1⅓ Stunde ausmacht. Es erfolgen alſo nach Verlauf von 19 Jahren die Neu- und Vollmonde in eben der Ordnung wieder. Nach Dionyſius Exiguus Rechnung fängt der Mondcykel 1 Jahr vor Chriſti Geburt an; um alſo die güldene Zahl zu finden, muß man zu der laufenden Jahrzahl 1 addiren, und dieſe Summe durch 19 dividiren, der Quotient gibt an, wie viele Mondcykel verfloſſen ſind, und der Reſt zeigt die güldene Zahl. Z. B. 1798 + 1 = 1799 durch 19 dividiret gibt 94, und es bleibt zum Reſte 13, welches letztere die güldene Zahl iſt.

Der **Indiktionscykel** (cyclus indictionum ſ. indictionis Romanae, cycle de l'indiction Romaine) iſt ein Zeitraum von 15 Jahren, ohne daß man den eigentlichen Grund davon anzugeben weiß. Unter Conſtantins des Großen und der folgenden Kaiſer Regierung, waren bey den Römern die Indiktionen gerichtliche Vorladungen zur Abtragung gewiſſer Steuern, und dieſe haben eben dieſen Cykel veranlaſſet. Seit dem Jahre 313 hat ſich dieſer Cykel angefangen, und wenn ſelbiger zurückgeführet wird, ſo findet es ſich, daß einer davon drey Jahre vor Chriſti Geburt würde vorgefallen ſeyn, und dieß iſt der Grund, warum gewöhnlich der Anfang dieſes Cykels 3 Jahre vor der chriſtlichen Zeitrechnung geſetzet wird. Die Zahl, welche zeigt, wie viele Jahre in dem laufenden Cykel bis aufs gegenwärtige verfloſſen ſind, nennt man der Römer Zinszahl. Um dieſe alſo zu finden, muß man zur laufenden Jahrzahl die Zahl 3 addiren, und dieſe Summe durch 15 dividiren, der Reſt gibt der Römer Zinszahl. Z. B. 1798 + 3 = 1801 durch 15 dividiret gibt zum Quotienten 120, und zum Reſte oder der Römer Zinszahl 1.

Cylindriſche Spiegel ſ. Spiegel.

D.

Dacht ſ. **Flamme.**

Dämmerung (crepuſculum, crépuſcule) bedeutet das Licht, welches man ſchon einige Zeit vor Sonnenaufgang, und einige Zeit nach Sonnenuntergang im Luftkreiſe wahrnimmt. Dasjenige Licht, welches noch vor Sonnenaufgang erſcheinet, heißt **Morgendämmerung** (crepuſculum matutinum, crépuſcule du matin), und der erſte Anfang derſelben der **Tagesanbruch**; dasjenige Licht aber, welches noch einige Zeit nach Sonnenuntergang dauert, heißt die **Abenddämmerung** (crepuſculum veſpertinum, crépuſcule du ſoir).

Wenn unſere Erde gar keine Atmosphäre hätte, ſo würde das Licht beym Auf- und Untergange der Sonne mit der Finſterniß urplötzlich abwechſeln. Weil aber Luft unſere Erde umgibt, ſo werden auch diejenigen Sonnenſtrahlen, welche ſonſt an der Erdfläche vorbeygehen würden, von derſelben gebrochen, und auf Theile der Erdfläche zurückgeworfen, welche ſonſt ganz dunkel geblieben wären. Daraus erhellet es, daß wir noch vor Aufgang der Sonne und nach Untergang derſelben durch die Brechung der Lichtſtrahlen in der Atmosphäre einiges Licht erhalten. Wenn man die Grenze der Dämmerung genau beſtimmen wollte, d. h., wie tief die Sonne beym Anfange der Morgendämmerung und beym Ende der Abenddämmerung unter dem Horizonte ſeyn müßte, ſo ſieht man ſogleich, daß dieß mit großen Schwierigkeiten verbunden ſeyn würde, indem dabey zufällige Umſtände, als die Dichte, Reinigkeit, Wärme der Luft, Menge und Beſchaffenheit der Dünſte, ſelbſt Güte der Augen und dergl. große Abänderungen bewirken. Gemeiniglich nimmt man für die Grenze der Dämmerung den Sehungsbogen an, d. h., die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte, bey welcher die kleinſten Sterne ſichtbar werden, oder wenn es völlig dunkel wird. Da nun dieſer Sehungsbogen wegen der eben angegebenen zufälligen Umſtände nicht ganz genau beſtimmt werden kann, ſo iſt es kein Wunder, daß er von allen nicht

gleich

gleich groß angegeben wird. So ſetzt ihn nach **Riccioli** α) **Alhazen** und **Vitellio** 19°, **Nonius** 16°, **Tycho de Brahe** 17°, **Longomontan** 20°, **Riccioli** ſelbſt 16 bis 21 $\frac{5}{12}$°. Die meiſten Aſtronomen nehmen von dieſen verſchiedenen Angaben als ein Mittel 18° an. Wenn man daher in der Tiefe von 18° unter dem Horizont einen Kreis mit dem Horizonte parallel beſchreibet, ſo pflegt man dieſen auch den **Dämmerungskreis** oder **die Grenze der Dämmerung** (circulus ſ. terminus crepuſculorum) zu nennen.

Alhazen ſuchte hieraus ſchon die Höhe der Atmosphäre zu beſtimmen, er nahm aber dabey bloß auf die Zurückwerfung des Sonnenlichtes Rückſicht. Dagegen erinnert **Kepler** β), daß man auch auf die Brechung der Lichtſtrahlen ſehen müſſe; daraus ſucht **Halley** γ) dieſe Beſtimmung zu verbeſſern (m. ſ. **Luftkreis**).

Es ſey (fig. 93.) a b der Horizont und c d der Dämmerungskreis. Wenn nun die Sonne ſ, deren Tagekreis g h mit dem Aequator e f parallel laufend vorſtellet, den Dämmerungskreis bey ſ erreicht, ſo hebt ſich die Morgendämmerung an, indem der Punkt e des Aequators in dem Mittagskreiſe a p b f c ſich befindet. Iſt p ſ i der Abweichungskreis der Sonne, folglich ſ i ihre Abweichung, ſo wird nun der Punkt i des Aequators mit der Sonne ſ zugleich in den Mittagskreis kommen. Demnach wird vom Anfange der Morgendämmerung an bis zum Mittage gerade ſo viel Zeit verfließen, als der Bogen e i des Aequators nöthig hat, durch den Mittagskreis hindurch zu gehen. Subtrahiret man alſo von dieſer Zeit die halbe Tageslänge, ſo wird die Differenz die Dauer der Morgendämmerung angeben. Es iſt folglich dieſe Zeitdauer nichts anders, als der Unterſchied der von dem Tagesanbruche an gerechnete halbe Tag, und der vom wirklichen Sonnenaufgange an gerechnete halbe Tag. Um folglich die Zeitdauer der Morgendämmerung zu beſtimmen,

α) Almageſt. nouum. Tom. I. pag. 39.
β) Epit. aſtron. Copernic. p. 73.
γ) Philoſ. transact. nro. 181.

men, hat man nur nöthig den Bogen ie zu berechnen, welcher das Maß von dem Winkel epi iſt. Dieſer Winkel wird durch die Auflöſung des ſphäriſchen Dreyecks zſp gefunden, in welchem alle drey Seiten bekannt ſind, wenn die Abweichung der Sonne bekannt iſt. Denn man hat pſ = 90° — Abweichung der Sonne, pz = der Aequatorhöhe des Ortes, und zſ = 90° + 18° = 108°. Daraus ergibt ſich nun der Winkel epi, deſſen Anzahl von Graden den Bogen ie beſtimmen. Verwandelt man alſo dieſen Bogen des Aequators in Zeit, und ſubtrahiret davon die halbe Tageslänge, ſo erhält man die Zeitdauer der Morgendämmerung. Wenn die Abweichung der Sonne ſüdlich iſt, ſo bleibt die Rechnung wie vorher, nur wird alsdann ſtatt 90° — Abweichung der Sonne 90° + Abweichung der Sonne geſetzet. Die Zeit, auf welche die Rechnung gerichtet iſt, muß Sternzeit ſeyn, die geſundene Zeitdauer aber iſt aus eben den Gründen, welche bey der Berechnung der Tageslängen Statt finden, als wahre Sonnenzeit zu betrachten.

Was die Abenddämmerung betrifft, ſo wird dieſe auf ähnliche Art wie die Morgendämmerung berechnet; man wird aber auch ſehr wenig irren, wenn man dieſe für einen jeden Tag von eben der Dauer annimmt als die Morgendämmerung.

Uebrigens iſt die Zeitdauer der Dämmerungen an verſchiedenen Orten der Erde und in verſchiedenen Jahreszeiten verſchieden. Unter dem Aequator iſt ſie am kleinſten, und wird immer größer, je näher die Oerter den Polen zu liegen. An denjenigen Oertern der Erde, welche eine halbjährliche Nacht haben, dauert die Abenddämmerung nach dem Verſchwinden der Sonne gegen zwey Monathe, und die Morgendämmerung fängt gegen zwey Monathe vor der Wiedererſcheinung an.

Aus der fig. 93. iſt es klar, daß die Abenddämmerung die ganze Nacht hindurch dauern müſſe, wenn fh > fd; denn in dieſem Falle erreicht die Sonne in ihrer täglichen Bewegung auch bey der größten Tiefe derſelben unter dem Hori-

Horizonte noch nicht den Dämmerungskreis. Sobald aber $fh < fd$, ſo wird die Abenddämmerung von der Morgendämmerung getrennt. Iſt endlich $fh = fd$, ſo folgt der Abenddämmerung unmittelbar die Morgendämmerung. Es iſt aber $fh = if =$ der Abweichung der Sonne, und $fd = fb - bd =$ der Aequatorhöhe des Ortes $- 18^\circ$.

Wenn die Sonne bey einer gegebenen Polhöhe die Tiefe von 18° am geſchwindeſten erreicht, ſo iſt die **Dämmerung am kürzeſten.** Die Aufgabe, die Tage der kürzeſten Dämmerung zu finden, durch Hülfe der Differenzialrechnung aufzulöſen, hatte die beyden Gebrüder **Bernoulli** [α]) 5 Jahre lang beſchäftiget, obgleich ſchon **Nunnez** oder **Nonius** [β]) ſelbige durch Hülfe der Geometrie der Alten aufgelöſet hatte. Erſt **L'Hopital** [γ]) machte die vollſtändige Auflöſung dieſer Aufgabe mittelſt der Differenzialrechnung bekannt. Herr Hofrath **Käſtner** [δ]) ſuchte ſie theils aus den gegebenen Formeln des **Maupertuis** theils nach **Eulers** Art durch bequemere Bezeichnungen der trigonometriſchen Linien herzuleiten. Für den Tag der kürzeſten Dämmerung muß ſeyn

ſin. Abweich. der Sonne = ſin. Polhöhe × tang. 9°

Z. B. für die Polhöhe = 51° 2′ iſt.

l. ſin. Polhöhe = 9,8907071
l. tang. 9° = 9,1997125

---

l. ſin. Abw. Son. = 9,0904196
gehört zu 7° 5′

und weil die tang. — 9° verneint iſt, ſo iſt dieſe Abweichung der Sonne ſüdlich.

Die kürzeſte Dämmerung iſt überhaupt deſto kleiner, je kleiner die Polhöhe iſt, folglich am kürzeſten unter dem Aequator, wo ſie ſich in den Nachtgleichen ereignet; ihre Zeit-

α) Opera. T. I. p. 64. ingl. Act. erudit. 1692. p. 446.
β) De crepuſculis, liber. 1541. P. II. propoſ. 17.
γ) Analyſe des infinements petits. à Paris 1696. p. 52.
δ) Luloſs Einleitung zur Kenntniß der Erdkugel durch Käſtner. Gött. u. Leipz. 1755. gr. 4. S. 84 f.

dauer gehöret einem Bogen des Aequators von 18 Graden zu, und beträgt folglich etwa 1 Stunde 10 Minuten mittlerer Zeit.

Beträgt die Polhöhe des Ortes 81°, ſo ereignet ſich die kürzeſte Dämmerung daſelbſt, wenn die Sonne 9° ſüdliche Abweichung hat. Ihre Dauer gehöret einem Bogen des Aequators von 180° und beträgt folglich 12 Stunden. Bey dieſer Abweichung der Sonne iſt die Mittagshöhe derſelben = 0, d. h. ſie wird in dem Tagekreiſe ſo herumgeführet, daß ſie den Horizont ſogleich berühret, wenn ſie dem Scheitel am nächſten ſteht. Von dieſer Berührung bis an den Augenblick, da ſie 9° unter dem Horizonte iſt, dauert die kürzeſte Abenddämmerung. Bey dieſer Abweichung aber iſt ſie 9° unter ſelbigem Horizonte um Mitternacht, folglich dauert dieſem Orte die kürzeſte Dämmerung von demjenigen ſeiner Mittage, in welchem Aufgang und Untergang beyſammen waren, bis zu ſeiner Mitternacht folglich 12 Stunden.

Die bisher betrachtete Dämmerung heißt die **aſtronomiſche.** Von dieſer unterſcheidet man die **bürgerliche** oder **gemeine Dämmerung**, worunter man diejenige verſteht, da man in den Wohnungen, die eben nicht gerade gegen den Ort des Aufganges oder Unterganges der Sonne zugekehret ſind, am Morgen Licht zu brennen aufhören kann, und am Abend Licht anzünden muß. Durch verſchiedene Beobachtungen hat Herr **Lambert** in ſeiner Photometrie gezeiget, daß die Grenzen des noch erleuchteten Kreiſes am Himmel gerade durch den Scheitelpunkt des Ortes gehen, wenn die Sonne eine Tiefe von 6° $23\frac{1}{2}'$ unter dem Horizonte hat. In dieſem Falle erblickt man alsdann an der der Sonne entgegengeſetzten Seite des Himmels die größten Sterne, wenn dieß durch die Dämmerung auf der andern Seite des Himmels verhindert wird. Man muß alſo den Dämmerungskreis für dieſe Dämmerung 6° $23\frac{1}{2}$ tief unter dem Horizonte mit demſelben parallel ziehen. Um die Zeitdauer dieſer Dämmerung zu berechnen, hat man eben ſo wie bey der aſtronomiſchen zu verfahren.

Man

Man beobachtet auch an dem Orte, welcher der Dämmerung entgegengeſetzet iſt, eine Erſcheinung als ein dunkles bläuliches Segment, welches oben mit einem röthlichen Bogen begrenzt iſt, von welcher beſonders **Mairan** [a]) und **Funk** [b]) handeln. Erſterer nennt ſie die **Gegendämmerung**.

M. ſ. **Torb. Bergmann** Geſchichte der Wiſſenſchaften von der Dämmerung in den ſchwediſchen Abhandlungen für das Jahr 1760. **Käſtner** aſtronomiſche Abhandlungen. Gött. 1777. 8. Abhandl. 3. §. 805 u. ſ. S. 441 u. ſ.

Dämmerungskreis, Grenze der Dämmerung ſ. **Dämmerung**.

Dämpfe, Dünſte (vapores, vapeurs) ſind Verwandlungen der Körper, beſonders der flüſſigen Körper durch die Wirkung des Feuers oder des Wärmeſtoffs in elaſtiſche oder expanſible Flüſſigkeiten, welche jedoch ihre Expanſibilität durch die bloße Wirkung der Kälte und des Drucks wieder verlieren. Von dieſen Flüſſigkeiten ſind die permanent-elaſtiſchen oder luftförmigen Flüſſigkeiten, welche auch Luftarten, Gasarten heißen, verſchieden; denn dieſe behalten auch bey einer jeden Temperatur ihre elaſtiſche Form. Mit Unrecht gehen die Antiphlogiſtiker von dieſen Begriffen ab, indem ſie unter den Gasarten allein gehobene Dämpfe verſtehen. Die Erfahrung lehret aber offenbar, daß bey den Gasarten außer dem Wärmeſtoffe noch ein anderes Bindungsmittel erfordert wird, um ihnen eine permanent-elaſtiſche Geſtalt zu geben.

Wenn man Waſſer in einem gläſernen Gefäße der Hitze ausſetzet, und ſeine Temperatur einen gewiſſen Grad erreichet hat, ſo bemerket man, daß eine Menge von Bläschen ſich allenthalben an der Wand des Gefäßes anſetzet, welche ſich noch und nach ablöſen, in die Höhe ſteigen, und auf der Oberfläche des Waſſers zerplatzen. Wenn die Hitze noch größer wird, ſo nimmt auch die Menge und Größe der Bläschen

[a]) Traité de l'aurore boreale. edit. 2. p. 79.
[b]) De coloribus coeli. Ulm. 1716. p. 144.

Bläschen zu, ſo daß ſie bey ihrem Emporſteigen das Waſſer wie trübe machen. Zuletzt kömmt die ganze Waſſermaſſe in Bewegung, wegen der Größe und Menge der Bläschen, und das Waſſer kocht. Dieſe Blaſen, welche im kochenden Waſſer aufſteigen, ſind der **Waſſerdampf.** Er iſt vollkommen durchſichtig wie die Luft, und bleibt auch beym Entweichen aus dem Waſſer unſichtbar und elaſtiſch, ſo lange er die dazu nöthige Wärme hat, oder nicht durch Druck zernichtet wird. Auf dieſe Weiſe verwandelt ſich bey fortdauernder Hitze das Waſſer nach und nach in Dampf, und wird als ſolcher fortgeführet. Bey Berührung kälterer Körper aber, oder durch Abkühlung in der Atmosphäre, oder auch durch Zuſammendrückung, verwandelt ſich dieſer Dampf als expanſibele Flüſſigkeit wieder in tropfbare Flüſſigkeit oder in Waſſer. So können auch andere Flüſſigkeiten und feſte Körper durch einen angemeſſenen Grad von Hitze in elaſtiſche Flüſſigkeiten oder in Dämpfe verwandelt, und durch Abkühlung daraus als flüſſige oder feſte Körper wieder niedergeſchlagen werden. Der dazu nöthige Grad von Hitze iſt bey verſchiedenen Körpern gar ſehr verſchieden. Dabey lehret auch die Erfahrung, daß der Druck der Atmosphäre, welche über der Fläche der kochenden Flüſſigkeit ſich befindet, den Grad der Hitze, bey welchem ein und die nämliche Flüſſigkeit ſiedet, ſehr abändert; daß die Hitze deſto größer ſeyn müſſe, je größer der Druck der Atmosphäre iſt, deſto geringer aber, je geringer der Druck der Luft darauf iſt. Es muß aber auch offenbar der größere oder geringere Druck der Atmosphäre einen größern oder geringern Widerſtand der Bildung des elaſtiſch-flüſſigen Dampfes entgegenſetzen. Das deutlichſte Beyſpiel von der Elaſticität der Dämpfe und ihren Wirkungen gibt die **Dampfkugel** (m. ſ. **Windkugel**); ſo bald nämlich das Waſſer in ſelbiger kocht, ſo ſtrömt der Dampf aus der Oeffnung der Röhre wie ein heftiger Wind hervor; wird dieſer Dampf in ein ander Gefäß von gleicher oder noch größerer Temperatur gelaſſen, ſo behält er die angeführten Eigenſchaften, indem er vollkommen durchſichtig

und elaſtiſch wie die Luft bleibt. Wenn aber der ausſtrömende Dampf in die kältere Luft der Atmosphäre übergehet, ſo erſcheint er in derſelben als eine Art von Dunſt oder Nebel, verſchwindet endlich nach und nach, oder vermiſcht ſich mit der Luft als aufgelöſter Dampf, wenn er mit der Luft einerley Temperatur erhalten hat; ſonſt legt er ſich aber, ſo bald er an kalte Körper ſtößt, in Form der Tropfen an, und wird wieder zu Waſſer, wie man dieß in einem verſchloſſenen Zimmer an den Scheiben der Fenſter deutlich wahrnimmt. Werden die Dämpfe in verſchloſſenen Gefäßen erzeuget, ſo daß ſie nicht entweichen können, mithin auf die Flüſſigkeit ſelbſt zurückwirken müſſen, ſo iſt auch eine weit größere Hitze nöthig, um die flüſſigen Materien zum Sieden zu bringen; ja ſie nehmen auch in dieſen Gefäßen einen ſehr hohen Grad von Elaſticität an.

Bey den Dämpfen muß man die Baſis oder den Stoff unterſcheiden, welcher an ſich nicht expanſibel iſt, wie beym Waſſerdampfe das Waſſer, und den urſprünglich expanſiven Stoff oder die Wärmematerie, wodurch jene Baſis zur expanſibeln Flüſſigkeit wird. Die expanſive Kraft des Wärmeſtoffs reißt nur die Theilchen der Baſis mechaniſch mit fort, und es kann daher der Dampf ſeine Elaſticität nur ſo lange behalten, als die expanſive Kraft des Wärmeſtoffs auf die Theilchen der Baſis wirkt. Daraus erkläret ſich zugleich der Verluſt der wärmeerzeugenden Kraft und der Strahlung der Wärmematerie, weil ihre Kraft bloß auf Verwandlung des Dampfes verwendet wird. Auch erkläret ſich daher die Fixität des Siedpunktes beym bleibenden Drucke der Atmosphäre, und warum bey verſchiedenen Materien auch verſchiedene Grade von Hitze erfordert werden, um ſie in dampfförmige Flüſſigkeiten zu verwandeln.

Die Luft trägt eigentlich zur Erzeugung des Dampfes gar nichts bey; vielmehr iſt ſie durch ihren Druck derſelben einiger Maßen hinderlich. Der Druck der Atmosphäre macht, daß bey der Entſtehung des Dampfes eine größere Menge von Wärmematerie nöthig iſt, um eine gleiche Elaſticität

cität mit der Luft zu erhalten. Iſt der Druck der Atmosphäre geringer, ſo bedarf es auch einer geringern Menge von Wärmematerie, um eben die Quantität von Dampf hervorzubringen. Würde gar kein Druck der Luft Statt finden, ſo würde auch bey einem geringen Grad von Wärme die Verwandlung der Körper in dampfförmige Geſtalt geſchehen können; daher verdampft Waſſer im luftleeren Raume ſchnell, ſo wie ſelbſt das Queckſilber in der torricelliſchen Leere bey mäßiger Wärme. Wenn den Dämpfen durch eine niedrige Temperatur der umgebenden Mittel ein Theil Wärme entzogen wird, ſo kann auch dieſelbe Menge der Baſis bey einerley Druck der Atmosphäre nicht mehr elaſtiſch bleiben, und es wird ſich ein Theil derſelben niederſchlagen. Es kann folglich der Waſſerdampf bey allen möglichen Temperaturen der Luft als expanſible und völlig unſichtbare Flüſſigkeit beſtehen, nur daß eine deſto geringere Menge der Baſis bey gleicher Quantität von Wärmeſtoff zur expanſibeln Flüſſigkeit wird, je größer der Druck der Atmosphäre bey gleicher Temperatur iſt; und daß eine deſto geringere Menge von Dampf beſtehen kann, je niedriger die Temperatur bey gleichem Drucke der Atmosphäre iſt. Bey der mittleren Temperatur würden wir ohne Druck der Atmosphäre gar kein tropfbar flüſſiges Waſſer kennen, ſondern es würde alles zur expanſibeln Flüſſigkeit oder zu Dampf werden.

Sonſt unterſchied man **Dämpfe** und **Dünſte** ſorgfältig von einander, und verſtand unter dieſen die durch Ausdünſtung der Körper in die Höhe geſtiegenen und durch die Luft aufgelöſten Waſſertheile, und begründete hierauf zugleich einen Unterſchied von der wirklichen Verdampfung und Ausdünſtung. Einen vorzüglichen Vertheidiger erhielt die Theorie der Ausdünſtung, als einer Auflöſung des Waſſers in Luft, an **le Roi**, der ſie weitläuftig abfaßte, und zuletzt noch an einem ſcharfſinnigen Naturforſcher, **Hube**. Allein ſchon **de Sauſſüre** ſuchte aus ſeinen Erfahrungen eine andere Theorie herzuleiten, und nannte **Dämpfe** oder **Dünſte** Ausflüſſe, welche ſich aus den Körpern durch die Wirkung

des Feuers in die Luft erheben, und in derſelben ſo lange ſchwebend bleiben, bis ſie durch andere Urſachen wieder von ihr getrennt, und in gröberer Form wieder vereiniget werden. Nach ihm gibt es gar keine Ausdünſtung ohne Verdampfung, oder die Luft löſe das Waſſer nicht unmittelbar auf, ſondern erſt vermittelſt des Feuers, die Luft nehme bloß den durchs Feuer erzeugten Dampf auf, und halte ihn aufgelöſt in ſich. Er ſucht dieſes aus einem Verſuche mit dem Manometer zu erweiſen, welcher mit Waſſer und Luft in einer Glaskugel eingeſchloſſen war. Denn dieſer zeigete ihm, daß die Ausdünſtung das Volumen der Luft durch eine erzeugte elaſtiſche Materie vermehre, welche dünner als die Luft, und bloß das in Dämpfe verwandelte Waſſer ſey. Hieraus folgt alſo, daß der Waſſerdampf mit der gewöhnlichen Ausdünſtung völlig einerley iſt, nur daß der Waſſerdampf reiner und dünner, und das Waſſer bey der Ausdünſtung dichter und mehr mit der Luft verbunden. Erſt dieſer in die Höhe geſtiegene elaſtiſche Dampf ſoll nachher von der Luft aufgelöſet werden, und dadurch eine Miſchung bilden, welche von ihm **elaſtiſcher aufgelöſeter Dampf** genannt wird, und welche nichts anders ſey, als eine Gattung deſſen, was ſonſt **unſichtbare Dünſte** oder **feuchte Luft** genannt wird. Daß die Ausdünſtung eine wahre chemiſche Auflöſung der Dämpfe in der Luft ſey, ſucht **de Sauſſüre** aus folgenden Gründen zu erweiſen: 1. weil die mit Dünſten geſättigte Luft vollkommen durchſichtig ſey, 2. weil bey zunehmender Wärme die Dünſte verſchwinden, 3. weil ſie bey der Kälte plötzlich wieder erſcheinen, und 4. weil ſie bey einem ſo verſchiedenen Grade der Dichtigkeit der Luft mit derſelben aufs innigſte verbunden ſind. Zugleich iſt er der Meinung, daß die Auflöſung nicht vollkommen erfolge, wenn ihr nicht eine Bewegung der Luft zuſtatten käme. Aus dieſer Theorie leitet **de Sauſſüre** verſchiedene Erſcheinungen in der Luft her. Wenn eine Luftmaſſe, welche mit Dünſten iſt geſättiget worden, eine kältere Oberfläche irgend eines Körpers berühret, ſo ſchlägt ſich ein Theil von dieſen Dünſten an dieſer

Ober-

Oberfläche nieder, oder nehmen, wenn die Temperatur noch über dem Eispunkte iſt, die Geſtalt der Tropfen oder des Thaues an, oder verwandeln ſich bey größerer Kälte in nadelförmiges Eis oder in Schuppen von regelmäßiger Geſtalt, wie z. B. beym Ausſchlagen der Wände beym einfallenden Thauwetter, beym Reif, beym Gefrieren der Fenſterſcheiben u. d. g. Befindet ſich aber in einer ſolchen Luftmaſſe keine kältere Oberfläche, ſo werden ſich diejenigen Dünſte, welche in eine kältere Luftſchicht kommen, entweder zu kleinen Tropfen oder zu kleinen gefrornen Nadeln, oder endlich zu hohlen Bläschen, welche in der Luft ſchwimmen, und den Himmel trüben. Dieſe kleinen Tröpfchen und Nadeln, welche die erſte Veranlaſſung zum Regen und Schnee ſind, ſind eigentlich keine Dünſte mehr, ſondern wahrer Niederſchlag in Geſtalt des Waſſers, weil ſie aber jedoch in der Luft wegen ihrer Feinheit ſchwebend erhalten werden, ſo benennet ſie **de Sauſſüre** mit dem Nahmen **concreter Dünſte.** Sie ſind vorzüglich die Urſache der ſo genannten Höhe, und anderer Lufterſcheinungen, welche Regen ankündigen.

Auch hat der Herr **de Sauſſüre** durch zahlreiche Verſuche gefunden, daß die feuchte Luft etwas leichter, als die heitere und trockene ſey. Er fand, daß die Elaſticität der in einer Kugel eingeſchloſſenen Luft vom höchſten Grade der Feuchtigkeit bis zum höchſten Grade der Trockenheit um $\frac{1}{54}$ abnehme. Wenn nämlich die Temperatur nach reaum. auf 10 Grad bey einer Barometerhöhe von 27 Zoll war, ſo änderte ſich der Stand des Manometers um 6 Linien, welche den 54ten Theil von 27 Zoll betragen. Weil nun bey der angeführten Temperatur ein Cubikfuß Luft 751 Grän wieget, und etwa bis zur Sättigung 10 Grän Waſſer auflöſen kann, ſo wird er nach erfolgter Sättigung 761 Grän wiegen, und ſich in einen Raum von $\frac{55}{54}$ Cubikſchuh ausdehnen. Daraus erhellet, daß $\frac{1}{54}$ Cubikfuß Raum mit Luft angefüllt $\frac{751}{54} = 14$ Grän, mit Dünſten aber 10 Grän wiege; mithin verhalten ſich die ſpecifiſchen Gewichte der reinen und der

der mit Dünſten angefüllten Luft wie 751 + 14 : 751 + 10 = 765 : 761; dagegen die Gewichte der Dünſte und der Luft ſelbſt wie 10 : 14 ſind.

Was die Geſtalt der Bläschen der in der Luft ſchwebenden Dünſte anlangt, ſo wurden ſonſt dieſe zur Erklärung des Aufſteigens der Dünſte in der Luft bloß angenommen, ohne nur irgend eine Erfahrung in Anſehung ihres Daſeyns angeben zu können. Einige glaubten, daß ſie mit erwärmter ausgedehnter Luft, andere, daß ſie mit Wärmematerie ſelbſt, und noch andere, daß ſie mit elektriſcher Materie angefüllt wären. **Deſaguliers** *) läugnet die Geſtalt der Bläschen ganz, weil man keine Erfahrungen darüber angeben könne. Allein der Herr **de Sauſſüre** gibt folgende Verſuche an, um ſie mit Zuverläſſigkeit zu beobachten: Man ſtelle heißen Caffee oder heißes mit Dinte vermiſchtes Waſſer an einen hellen oder von der Sonne beſchienenen ruhigen Ort, ſo wird man von dieſem Flüſſigen Dämpfe in die Höhe ſteigen ſehen. Durch ein Vergrößerungsglas von etwa 1 bis $1\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite unterſcheidet man ſehr leicht in dieſen Dämpfen kleine runde Kügelchen von verſchiedener Größe, wovon die kleinſten ſchnell in der Luft zu einer gewiſſen Höhe ſteigen, und dann unſerm Geſichte zu verſchwinden ſcheinen, die größern aber auf die Flüſſigkeiten wieder zurückfallen, und auf ſelbigen ſchwimmen, ſo daß man ſie durch einen Hauch hin und her treiben kann. Oft zerplatzen ſie auch auf der Oberfläche, und vermiſchen ſich wieder mit den Flüſſigkeiten. Der Herr **de Sauſſüre** gebrauchte zu genauerer Beobachtung der Dunſtbläschen eine Art von Dampfkugel mit zwey Kugeln. Er verſah eine Glasröhre (fig. 94.), welche unten bey b zugeſchmolzen, bey a aber offen war, mit zwey Kugeln d und c. In die Kugel c brachte er einige Tropfen Waſſer, und erhitzte dieſelbe über einer Weingeiſtlampe. So lange nun die Kugel d noch kalt blieb, ſo lange verdichteten ſich die aus der Kugel c in die Kugel d übergegangenen Dämpfe, und zeigten

*) Courſe of experiment. philoſoph. Tom. II. lect. 10.

zeigten beym Uebergange eine Wolke von lauter Bläschen. Wurde aber auch die Kugel d erhitzt, ſo verſchwanden die Dämpfe, die Kugel d war vollkommen durchſichtig, und die Dämpfe giengen durch a wie bey einer Dampfkugel. Wurde die Röhre wieder vom Feuer hinweggenommen, und die Kugel d mit friſchem Waſſer erkaltet, ſo bemerkte man den blaſenförmigen Dampf in der Kugel d wieder; durch Hülfe eines Vergrößerungsglaſes konnte man die ſchnelle Bewegung der Bläschen leicht beobachten. Uebrigens ſetzt er den Durchmeſſer der kleinſten Bläschen auf $\frac{1}{4500}$, und den der größten auf $\frac{1}{2780}$ von einem pariſer Zolle.

Herr **Kratzenſtein** *), welcher bey allen Arten von Dünſten Bläschen annimmt, verglich den Durchmeſſer derſelben mit der Dicke eines Haares, und ſetzte den Durchmeſſer derſelben auf $\frac{1}{3600}$ eines Zolles, welches von der Angabe des **de Sauſſüre** nicht viel abweicht. In Anſehung der Dicke des Waſſerhäutchens, welches die Dunſtbläschen umgibt, nimmt er an, daß die Bläschen im verfinſterten Zimmer durch die Sonne erleuchtet ſo lange einerley Farbe zeigten, als das Waſſerhäutchen eine gleiche Dicke hatte; ſie änderten aber ihre Farbe, ſo bald entweder die Luft oder das in ihnen eingeſchloſſene elaſtiſche Fluidum die Dicke des Häutchens änderte. Aus den Verſuchen **Newton's** mit Seifenblaſen, die Dicke des Waſſerhäutchens zu beſtimmen, welche zur Hervorbringung einer Reihe von Farben nöthig iſt, ſucht **Kratzenſtein** durch eine Anwendung auf die Farben der Dunſtbläschen die Dicke derſelben zu beſtimmen. Er ſchließt daraus, daß dieſe Dicke im natürlichen Zuſtande der Luft $\frac{1}{50000}$ eines engliſchen Zolles betrage. Nähme man nun die ſpecifiſche Schwere der in Dunſtbläschen eingeſchloſſenen Materie = 0 an, ſo ließe ſich nach der im Artikel **Blaſen** angegebenen Formel finden, daß der Durchmeſſer des Bläschens, das gerade in der Luft ſchweben ſollte, wenigſtens $\frac{1}{10}$ Zoll betragen müſſe. Hätte es alſo einen kleinern Durchmeſſer, ſo würde es ſpecifiſch ſchwerer als die

Luft

*) Abhandlung vom Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe. Halle 1744. 8.

Luft ſeyn, und folglich in ſelbiger niederſinken. Da nun **Kratzenſtein** den Durchmeſſer der Dunſtbläschen $\frac{1}{3000}$ pariſ. Zoll gefunden hat, und mithin weit kleiner als $\frac{1}{10}$ engl. Zoll, ſo ſchließt er daraus, daß die Dunſtbläschen viel ſchwerer als Luft wären, und daß die Urſache ihres Aufſteigens keines Weges in ihrer Leichtigkeit zu ſuchen ſey. Er ſucht daher den Grund ihres Aufſteigens in der Luft theils in der Zähigkeit, theils in der Luft ſelbſt, theils aber auch in einer gewiſſen Art von Auflöſung, welche nicht chemiſch iſt. Allein der Herr **de Sauſſüre** hat alle dieſe Schlüſſe durch einen Verſuch widerleget, und gezeiget, daß man aus den Farben der Dunſtbläschen gar nicht auf ihre Dicke ſchließen könne.

Ueber die Urſache der Entſtehung und Bildung dieſer Bläschen läßt ſich eigentlich nichts Beſtimmtes ſagen. Jedoch beweiſen ſie, daß die Theile der flüſſigen Materie ungemein ſtark zuſammenhängen, um ihnen eine ſolche Kugelgeſtalt zu geben, und daß die flüſſigen Materien ein Continuum ausmachen. Denn im entgegengeſetzten Falle ließe es ſich auf keine Weiſe gedenken, wie eine ſolche kugelförmige Geſtalt erfolgen könne.

Die Erfahrung lehret, daß die Zerſetzung der Luft nicht allemahl in blaſenförmige Dünſte übergehe, ſondern daß ſogleich Tropfen niedergeſchlagen werden. Im erſtern Falle entſtehen bloße Nebel, welche den Himmel trüben, im andern aber Thau, Regen u. d. g. Die Nebel verſchwinden oftmahls wieder, wenn die Luft eine höhere Temperatur erhält. Es muß folglich eine Urſache da ſeyn, welche den Niederſchlag in der Luft bald in concreter Form bald in Dunſtbläschen bewirket. Die neueſten Entdeckungen beweiſen, daß die vorzüglichſte mitwirkende Urſache bey der Entſtehung der Bläschen die elektriſche Kraft ſey, indem nach den Beobachtungen des Herrn **de Sauſſüre** bey den Nebeln vorzüglich Elektricität anzutreffen iſt.

Die Gründe für die Auflöſung des Waſſers in der Luft, und die darauf bewirkte Ausdünſtung hat **de Lüc** umſtändlich

lich und gründlich widerleget. Er hat aus ſeinen Erfahrungen hinlänglich bewieſen, daß eine jede Ausdünſtung eine wahre Verdampfung ſey, welche bey einer niedrigen Temperatur der Luft nur deßwegen langſamer und in geringerer Menge Statt findet, weil alsdann eine geringere Menge von Wärmeſtoff vorhanden iſt. Schon in ſeinen Unterſuchungen über die Atmosphäre im II. Bande §. 675. u. f. beſtreitet er die Gründe des Auflöſungsſyſtems, und behauptet, daß Dämpfe und Dünſte nichts weiter als Verbindungen des Waſſers mit dem Feuer ſind, welche allein wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit in die Luft aufſteigen. Er ſagt, die Wärme mag ſich mit dem Waſſer verbinden, auf welche Art man will, es mag die Theile des Waſſers entweder in Bläschen verwandeln, oder mit ihnen cohäriren, oder ſie trennen, oder auch die Elaſticität des Waſſers vermehren, ſo wird aus allen dieſen begreiflich, wie Waſſer mit Wärmeſtoff vermiſcht leichter als Luft ſeyn könne. Seine in dieſer Schrift enthaltene Theorie gründet ſich auf folgende vier Sätze.

1. Das Feuer hat mit dem Waſſer eine größere Verwandſchaft als mit der Luft. Dieß beweiſen viele Phänomene. Die Luft vermehret die Wirkung des Feuers auf entzündbare Materien deßwegen, weil es ſich mit der Luft nicht ſo leicht verbindet, und daher von dieſer gleichſam zuſammengehalten, und auf die brennbaren Materien hingetrieben wird. Das Waſſer hingegen wird die Flamme darum verlöſchen, weil es mit dieſer eine große Verwandtſchaft hat, und damit in Dampf aufgelöſet wird. Im luftleeren Raume zerſtreuet ſich daher das Feuer ſehr bald, weil es nunmehr von der Luft nicht mehr zurückgehalten wird. Aus dieſem Grunde wird auch die Wärme deſto geringer, je höher man in die Atmoſphäre kömmt. Die untere dichtere Luft hält das Feuer weit mehr zuſammen, als die obere, daher behalten auch die Dünſte die Wärme, welche ſie erzeuget hat, eine längere Zeit in dieſer Luft. Hieraus hat man ſelbſt Grund zu vermuthen, daß der Südwind wärmer als der Nordwind ſeyn müſſe, weil der Südwind mehr Dünſte mit ſich bringt, und daher ſtärker

erwärmt, und daher iſt es auch begreiflich, daß die Elektricität, welche dem Feuer ſo ähnlich iſt, ſich ſo leicht mit dem Waſſer verbindet, da ſie im Gegentheil mit der Luft keine ſo große Verwandtſchaft hat, und daher durch die Luft von der Zerſtreuung zurückgehalten wird. Daraus folgt alſo, daß die in der Luft ſchwebenden Dünſte ihre Wärme eine Zeit lang behalten müſſen, ob ſie gleich endlich ſelbige verlieren und daher erkalten.

2. In den Körpern iſt allezeit, und ſelbſt in den ſtrengſten Wintern, Feuer genug vorhanden, um Ausdünſtungen zu bewirken. Schon der geringſte Grad von Wärme iſt vermögend, Waſſertheilchen loszureiſſen und mit ſich fortzuführen. Da wir nun die abſoluten Größen der Wärme gar nicht kennen, ſo iſt vielleicht der Unterſchied der Temperatur des Sommers in Vergleichung mit dem Abſtande der Temperatur der abſoluten Kälte oder des gänzlichen Mangels der Wärme ſehr geringe, ob wir gleich den Unterſchied der Temperaturen im Sommer und Winter durch unſere Sinne wahrnehmen. Daraus läßt ſich erklären, warum der Unterſchied der Ausdünſtung im Sommer und Winter ſehr gering iſt, wenn gleich die Ausdünſtung von der Wärme herrühret. Ja es können im Winter Ausdünſtungen ſtärker als im Sommer ſeyn, bey ſolchen Waſſern, welche die äußere Temperatur der Luft nicht annehmen, und daher im Winter warm bleiben. Aus dieſen ſteigen die Dünſte in kalter und ſchwererer Luft leichter als in den wärmern und leichtern.

3. Die Dünſte ſelbſt zeigen, daß das Feuer ihr Vehiculum ſey. Denn ſo bald die Dünſte Oberflächen kalter Körper berühren, ſo ſchlagen ſie ſich nieder, oder werden wieder zu Waſſer, wenn ihnen von den kalten Körpern Wärme genug entzogen wird. Im Jahre 1756 bemerkte Herr **de Lüc** auf dem Saleve bey Genf eine aus der Tiefe aufſteigende Wolke, und fand, daß das Thermometer ſtieg, da ihn die Wolke umringte, ob ihn gleich dadurch die Sonne entzogen wurde. Da die Wolke vorüber war, und die Sonne ihn wieder beſchien, fiel das Thermometer wieder. Ueberhaupt

wärmen die Nebel bey kalter Luft, woraus offenbar folget, daß die aufſteigenden Dünſte mehr Wärme beſitzen als die ſie umgebende Luft.

4. Die Erfahrung lehret, daß die Dünſte leichter als die Luft ſind. Früh gegen Sonnenaufgang ſieht man auf einem Berge aus den Flüſſen, Sümpfen und Seen häufig Dünſte aufſteigen, wodurch ihre ſpeciſiſche Leichtigkeit erhellet. So bald aber die Luft ſehr warm wird, ſo ſieht man ſehr ſelten Dünſte aufſteigen, obgleich alsdann deſto häufiger Dünſte in die Luft übergehen; daher theilet Herr **de Lüc** die Dünſte ein in ſichtbare und unſichtbare. Den Unterſchied zwiſchen ſichtbaren und unſichtbaren Dünſten ſucht er bloß darin, daß jene aus gröbern, dieſe aber aus feinern Waſſertheilchen beſtehen. Er ſagt, wenn die Wärme der ausdünſtenden flüſſigen Materie weit größer iſt als die Wärme der Luft, ſo werden ſichtbare Dünſte entſtehen, weil das mit mehr Heftigkeit durchſtrömende Feuer gröbere Theilchen mit ſich nimmt; die Größe dieſer Theilchen und das Feuer, wovon ſie durchdrungen ſind, werden ihr Aufſteigen befördern, ſie werden alſo ſchnell in die Luft ſteigen, ohne ſich mit ihr zu vermiſchen. Aber wenn der Unterſchied der Wärme zwiſchen Luft und Waſſer geringer iſt, oder gar das Waſſer kälter als die Luft wird, ſo wirkt das Feuer bloß durch ſanfte Bewegung, und ſtrömt nicht mehr wie ſonſt aus; alsdann löſet es nur kleine Theilchen von dem Waſſer ab, die ſich inniger mit der Luft vermiſchen, und ihre Durchſichtigkeit nicht mehr verhindern.

Aus allen dieſen leitet nun **de Lüc** den Satz her, daß die ſichtbaren ſo wohl als auch die unſichtbaren Dünſte ſpeciſiſch leichter als reine Luft ſind, und dieſe durch die Vermiſchung ſpeciſiſch leichter mache.

Dieſes Syſtem über die Dünſte und Dämpfe hat Herr **de Lüc** in einer andern Schrift *) noch weiter ausgeführet, und mit den größten und wichtigſten Gründen unterſtützt. Es erfordert die Abſicht, hiervon einen kurzen Abriß zu geben.

Nach

*) Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc, aus dem Franz. Th. I. Stettin u. Berlin 1787.

Nach ihm iſt **Waſſerdampf, Waſſerdunſt** das unmittelbare Produkt der Ausdünſtung, nämlich ein durchſichtiges ausdehnbares Fluidum. Das, was er in dem vorigen Werke ſichtbare Dämpfe nannte, heißt er hier **Nebel**, welche keine ausdehnbare Flüſſigkeit, ſondern nur eine Art von Zerſetzung der Waſſerdünſte ſind. Dieſer Waſſerdampf iſt, wie alle ausdehnbare Flüſſigkeiten, zuſammengeſetzt aus einer **ſchweren Subſtanz** (Baſis), und einem **fortleitenden Fluidum** (fluidum deferens), von welchem es ſeine elaſtiſche Form hat. Alle übrige tropfbare Flüſſigkeiten, welche verdampfen oder verdunſten, geben ähnliche zuſammengeſetzte elaſtiſche Flüſſigkeiten, die überhaupt **Dämpfe** oder **Dünſte** genannt werden. Die ſpecifiſche Schwere dieſer Dünſte iſt um die Hälfte geringer, als die der gemeinen Luft, d. h. wenn ſie, allein oder mit der Luft vermiſcht, eine gewiſſe ausdehnende Kraft äußern, ſo iſt ihre Maſſe um die Hälfte geringer als die eines gleichen Volumens der Luft, welche unter denſelben Umſtänden dieſelbe ausdehnende Kraft zeigen würde. Sie können zuſammengedruckt, und dadurch dichter werden, ohne ihre Dampfgeſtalt zu verliern; jedoch geht dieſe Dichtigkeit bis zu einer gewiſſen Grenze, wo ſie ihr Größtes erreicht, welches aber bey verſchiedenen Temperaturen auch verſchieden iſt. Wenn der Druck dieſe Grenzen überſteiget, ſo zerſetzen ſich die Dämpfe zum Theil, bis ſie in dieſe Grenzen wieder zurück gegangen ſind. Hierbey entlaſſen ſie nun etwas von ihrem fortleitenden Fluidum, das ſich als freye Wärme zeigt, und der Theil der Baſis, welcher ſich zerſetzt, bekömmt ſeine tropfbare Geſtalt wieder, und zeigt ſich als Waſſer. Die Urſache dieſer beſondern Zerſetzung der Waſſerdünſte leitet **de Lüc** aus einer Neigung der Waſſertheilchen, ſich mit einander zu verbinden, wenn ſie ſich auf eine gewiſſe Entfernung genähert haben, her. Dieſe wechſelſeitige Neigung der Theilchen iſt allen Flüſſigkeiten eigen, und ſie macht nebſt einigem Zuſammenhang der Theilchen in der Berührung das Flüſſigſeyn aus. Durch dieſe Annäherung der Theilchen wird das Feuer zwiſchen ihnen ausgetrieben, und vereinigen ſich

durch ihre Anziehung zu tropfbarem Waſſer. So bald ein Theil vom Dampfe zerſetzet wird, ſo breitet ſich der übrige Dampf durch den ganzen vorigen Raum aus, dadurch erhalten die Waſſertheilchen wieder eine Entfernung von einander, bis die Neigung der Waſſertheilchen, ſich mit einander zu verbinden, aufhöret, und die Zerſetzung wegfällt. Dieſe wechſelſeitige Neigung der Anziehung der Waſſertheilchen zeigt ſich auf eine merkwürdige Weiſe durch das Waſſerthermometer. Man ſieht dabey, daß das Feuer große Mühe habe, deſſen Theilchen von einander zu entfernen, wenn es im Begriff iſt zu gefrieren, d. h. wenn die Theilchen ſehr nahe ſind; wenn es ſich aber ſchon von einer größern Menge getrennt hat, daß es weit weniger Widerſtand finde, ſie noch mehr zu zerſtreuen; dieſes iſt ein entſcheidendes Merkmahl des Beſtrebens nach Entfernung, welche das Feuer bewirkt. Wenn Waſſertheilchen durch Verwandtſchaft anderer mit ihnen verbundener Subſtanzen, wie z. B. Waſſer, in welchem etwas Salz aufgelöſet iſt, weiter aus einander gehalten werden, ſo wird das Gefrieren durch die größere Entfernung der Theilchen verzögert; es findet aber endlich Statt, wenn ſie durch die Erkältung einander ſo nahe gekommen ſind, daß ihre wechſelſeitige Neigung, ſich mit einander zu verbinden, ihre Verwandtſchaft mit den Subſtanzen übertrifft.

Eben ſo zerſetzen ſich die Waſſerdünſte, wenn ihre Theilchen in einen ſolchen Abſtand von einander kommen, daß die Theilchen des Waſſers mehr Neigung haben, ſich zu vereinigen, als mit den Feuertheilen verbunden zu bleiben; und daraus entſteht ein deutlich feſtgeſetztes Größtes in Anſehung der Dichtigkeit dieſer Dünſte bey derſelben Temperatur. Bey veränderter Temperatur aber ändert ſich dieſes Größte; z. B. bey einer größern Hitze müſſen die Dünſte in ihrer Dichtigkeit weit größer ſeyn, ehe ſie ſich zu zerſetzen anfangen, weil alsdann die Wirkung des Feuers größer iſt; mithin muß die Neigung der Waſſertheilchen, ſich zu vereinigen, durch einen geringern Abſtand verſtärkt werden, wenn ſie die Wirkung des Feuers vernichten ſoll.

Die Waſſerdünſte ſind nur in Anſehung ihres Ganzen, keinesweges aber in Betracht ihrer Theilchen in einem beſtändigen Zuſtande: denn dieſe verändern ſich immer. Diejenigen Waſſertheilchen, welche ſich ſo nahe kommen, daß ſie ſich verbinden können, zerſetzen ſich, und das Waſſer wird auf einen Augenblick frey; kömmt aber bey dieſer Zerſetzung wieder neues Feuer hinzu, ſo verwandeln ſie ſich wieder in Dampf. Ein beſtändiger Zuſtand der Waſſerdünſte iſt alſo nur der, wo die Zerſetzungen und Wiedervereinigungen einander merklich in derſelben Maſſe aufheben, mithin in den Theilen das Gleichgewicht halten; bey einer gegebenen Temperatur iſt der Grad der Dichtigkeit oder die mittlere Entfernung der Theilchen, wobey dieß Aufheben Statt findet, beſtimmt. Da aber dieſe neuen Zuſammenſetzungen durch Hinzukommen von mehrerem Feuer in dem Raume begünſtiget werden, ſo wird alsdann dieſer mittlere Abſtand kleiner, oder das Größte in der Dichtigkeit größer; dieſes Größte bey den Waſſerdünſten iſt vermöge der Erfahrung eben daſſelbe ſowohl im luftleeren als im luftvollen Raume. Hieraus erhellet, daß die dazu erforderliche kleinſte Entfernung der Waſſertheilchen, welche das Größte ihrer Dichtigkeit beſtimmt, von den luftförmigen Flüſſigkeiten, womit ſie verbunden ſind, ganz unabhängig ſey. Dieß Größte nebſt ſeinen Veränderungen bey veränderter Temperatur läßt ſich ſchwerlich genau beſtimmen, weil in verſchloſſenen Gefäßen, worin man die Verſuche unmittelbar anſtellen kann, eine Menge bekannter und unbekannter Urſachen die Reſultate abändern können. Eine ungefähre Idee kann man ſich davon wenigſtens auf folgende Art machen: bey einer mittleren Wärme und 28 Zoll Barometerhöhe machen die wäſſerigen Dünſte bey ihrem Größten zwiſchen $\frac{1}{50}$ und $\frac{1}{60}$ der ausdehnenden Kraft eines gewiſſen Volumens der Luft aus, und weniger als $\frac{1}{120}$ ihrer Maſſe. Bilden ſich die Dünſte in einem luftleeren Raume, ſo äußern ſie denſelben Druck auf das Manometer. Daraus folgt, daß ſie keinen beſtändigen aliquoten Theil der Luft ausmachen, weil dieſer Theil in ver-

dünnter Luft zunimmt, wobey die Luft ſich vermindert, die Quantität der Dünſte aber dieſelbe bleibt.

Die wäſſerigen Dünſte können in einem Raume nicht beſtehen, ſo bald ſie darin einen anhaltenden Druck auszuſtehen haben, welcher den Grad der ausdehnenden Kraft in Anſehung des Größten ihrer Dichtigkeit übertrifft; denn ſo wenig auch ein ſolcher Druck dieſen Grad überſteigt, ſo bringt er doch die Dunſttheilchen über ihre kleinſte Entfernung zuſammen. Es zerſetzt ſich alſo eine gewiſſe Menge; und wenn die Wärme und der Druck im gleichen Grade fortdauern, ſo erneuert ſich dieſelbe Urſache der Zerſetzung, und es erfolget hieraus eine gänzliche Zerſetzung der Dünſte. Wenn man aber mit ihnen eine gewiſſe Menge Luft vermiſcht, welche das Uebermaß des Drucks auszuhalten vermag, ſo mag dieſer noch ſo groß ſeyn, ſo werden die Dünſte nicht zerſtört, weil alsdann ihre Theilchen nicht über die Grenze der kleinſten Entfernung einander nahe gebracht werden können. Auf dieſe Art erhalten ſich die wäſſerigen Dünſte in der atmosphäriſchen Luft unter dem Druck des Luftkreiſes; denn da die Luft, womit ſie vermiſcht ſind, den größern Theil dieſes Drucks aushält, ſo werden ihre Theilchen, welche ſich in der kleinſten nach der Temperatur ſich richtenden Entfernung befinden, dieſe zu überſchreiten nicht gezwungen.

In eben dem Verhältniſſe, als die Wärme zunimmt, wird auch die kleinſte mittlere Entfernung der Theilchen der Waſſerdünſte kleiner; ſie können eine größere Dichtigkeit erhalten, und erfordern alsdann nicht mehr eine ſo große Beymiſchung von Luft, um den Druck der Atmosphäre auszuhalten; ſo daß endlich, wenn die Hitze bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers an dem Orte gekommen iſt, die Dünſte den Druck der Atmosphäre, wie er auch wirklich beſchaffen ſeyn mag, ohne Vermiſchung mit der Luft aushalten.

Es können alſo die Dämpfe des ſiedenden Waſſers jeden Druck ertragen, welches von der Natur des Siedens ſelbſt herrühret. Eine jede Flüſſigkeit kocht unter jedem Druck nur alsdann erſt, wenn die in dem Gefäße mittelſt des

Feuers

Feuers hervorgebrachten Dämpfe einen ſolchen Grad der Dichtigkeit erlangen, daß ſie die Flüſſigkeit ſelbſt nebſt dem Drucke, der ſie beſchwert, in die Höhe heben können, und wenn die Flüſſigkeit zugleich einen ſolchen Grad von Wärme hat, daß dieſe Dämpfe, ohne zerſtört zu werden, durch ſie gehen können. So lange alſo die Dämpfe den Grad der Wärme behalten, bey welchem ſie ſich ungeachtet des Drucks der Atmosphäre bilden konnten, ſo lange ſind ſie auch im Stande ihn zu ertragen. So bald ſie aber in einen kältern Raum kommen, ſo zerſetzen ſie ſich zum Theil, und es erhält ſich nur ſo viel, als bey dem Größten in dieſer neuen Temperatur geſchehen kann. Dieſe Zerſetzung bildet den über dem in freyer Luft kochenden Waſſer ſchwimmenden Nebel. Dieſer verbindet ſich hernach mit freyem Feuer, und bildet neuen Dunſt, welcher ſich in die benachbarte Gegend zerſtreuet.

Obgleich das Waſſer beſtändig einerley Grad von Hitze hat, wenn es unter ein und demſelben Druck der Atmosphäre ſiedet, ſo kann es dennoch dabey unter gewiſſen Umſtänden mehr Hitze annehmen, ehe es ins Kochen kömmt. Wenn von Luft gereinigtes Waſſer in einem Gefäße mit einer engen Oeffnung dem Feuer ausgeſetzet wird, ſo hat zwar die Fläche des Waſſers keinen andern Druck, als den der Atmosphäre auszuhalten; allein ſeine Theile äußern wegen der Einſchließung durch die Wände bey der Trennung mehr Widerſtand, und die Dämpfe müſſen mehr Stärke erhalten, um die erſte Trennung zu bewirken.

Die Beſtändigkeit der Hitze des kochenden Waſſers iſt alſo eine unmittelbare Folge des nach der Temperatur beſtimmten Größten in der Dichtigkeit der Dämpfe. Es können ſich in dem Innern des Waſſers keine Dämpfe bilden, außer wenn ſie genug ausdehnende Kraft beſitzen, um ſich hier auszubreiten; ſie erlangen aber dieſe Kraft nur alsdann, wenn die Hitze des Waſſers zu einem gewiſſen Grade gekommen iſt; ſo bald ſie dieſelbe erreicht haben, breiten ſie ſich aus, und entweichen. Alsdann kocht das Waſſer, d. h., es wird von den Dämpfen, welche ſich in ihm bilden, aufgeho-

gehoben und bewegt; und ein ſtärkeres angebrachtes Feuer hat weiter keine Wirkung, als die Ausdünſtung noch heftiger zu machen.

Es kann auch das Waſſer ohne zu kochen, bloß durch ſeine Oberfläche Dämpfe hervor bringen, welche eben ſo dicht ſind, als beym kochenden Waſſer unter demſelben Druck; es müſſen aber alsdann die entwickelten Dämpfe ſich in einem verſchloſſenen Raume ausdehnen, welcher mit ihnen immer einerley Temperatur hat. Wenn alsdann die Hitze zunimmt, ſo werden die von der Oberfläche abgeriſſenen Dämpfe immer eine dieſer Zunahme gemäße Dichtigkeit annehmen, und allein jedem Druck widerſtehen können. Z. B. wenn man Waſſer oben auf ein Barometer thut, ſo werden die in der Temperatur der Luft erzeugten Dämpfe das Queckſilber um eine gewiſſe Höhe herabdrucken.

Die Dünſte unterſcheiden ſich von den luftförmigen Flüſſigkeiten durch folgende drey auszeichnende Charaktere:

1. Die luftförmigen Flüſſigkeiten können jeden bekannten Grad des Drucks, ohne ſich zu zerſetzen, aushalten; da die Dünſte ſich zerſetzen, wenn ſie einen zu großen Druck leiden, indem bei ihnen die Theilchen der bloß ſchweren Subſtanz ſo nahe gebracht werden, daß ſie ſich vereinigen können, wobey ſie ihr fortleitendes Fluidum verlaſſen, welches ſeine eigene Wirkung hervorbringt. Bey der Zerſetzung der Waſſerdämpfe zeigt ſich z. B. Waſſer, und das frey gewordene Feuer wirkt als freye Wärme.

2. Weil die luftförmigen Flüſſigkeiten eben ſo gut Miſchungen wie die Dünſte ſind, ſo ſind ſie auch wie dieſe den Zerſetzungen unterworfen, ſie erleiden ſie aber nur alsdann, wenn zwiſchen ihrer bloß ſchweren, und einer andern Subſtanz ſich eine Verwandtſchaft äußert, welche die Verwandtſchaft der erſtern gegen ihr fortleitendes Fluidum überſteigt. Es kann folglich ein luftförmiges Fluidum nicht zerſetzt werden, wenn es in einem hermetiſch verſiegelten Gefäße eingeſchloſſen iſt. Die Dünſte aber können ſich in einem ſolchen Gefäße zerſetzen, weil ihre fortleitende Flüſſigkeiten eine Neigung haben zu entweichen,

weichen, um ein gewiſſes Gleichgewicht, welches den verſchiedenen Gattungen eigen iſt, wieder herzuſtellen. Daher zerſetzen ſich die wäſſerigen Dünſte in einem ſolchen Gefäße, wenn die Wärme von außen geringer wird, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen.

3. Wenn die luftförmigen Flüſſigkeiten ein Mahl gebildet ſind, ſo iſt ihre Zuſammenſetzung beſtimmt, ſie können zwar einen ihrer Beſtandtheile verlieren und neue erhalten, und dadurch ihre Natur ändern; allein dieß geſchieht nur durch Dazwiſchenkunft einer andern Subſtanz, und nicht aus einem größern oder geringern Uebermaße aus denſelben Beſtandtheilen, woraus ſie gebildet ſind. Bey den Dünſten hingegen iſt das Verhältniß der reſpektiven Mengen derſelben Beſtandtheile ſehr abwechſelnd, es hängt nämlich von ihrem comparativen Ueberfluß ab. Und weil ihre ausdehnende Kraft von ihrem fortleitenden Fluidum herrühret, ſo wird ſie bey übrigens gleichen Umſtänden größer, wenn dieß Fluidum verhältnißmäßig in größerer Menge zugegen iſt.

Dieſe drey Kennzeichen der Dünſte in Vergleichung mit den luftförmigen Flüſſigkeiten, rühren von einerley Urſache her, nämlich von der ſchwachen Verbindung der bloß ſchweren Subſtanz mit ihrem fortleitenden Fluidum. Daher kömmt es, daß dieſe ſchwere Subſtanz die andere verlaſſen kann, bloß durch den Hang, welche ihre Theilchen zu einander haben, wenn ſie auf eine gewiſſe Nähe kommen. Aus eben der Urſache rührt es auch her, daß das fortleitende Fluidum die bloß ſchwere Subſtanz verlaſſen kann, um gewiſſe es betreffende Gleichgewichte herzuſtellen. Aus eben der Urſache kömmt es endlich auch, daß ein größeres Uebermaß des fortleitenden Fluidum, derſelben Menge von der bloß ſchweren Subſtanz mehr ausdehnende Kraft gibt: entweder, weil dadurch eine geringere verhältnißmäßige Menge derſelben in jedem Theilchen des Dunſtes bewirket wird, oder weil mehr fortleitendes Fluidum frey iſt, und ſich mit den Theilchen der bloß ſchweren Subſtanz verbinden kann, welche ſich in jedem Augenblicke bey hinlänglicher Nähe vereiniget hätten.

ten. Die luftförmigen Flüſſigkeiten aber halten das fortleitende Fluidum mit einer Permanenz an ſich, welche ganz allein durch chemiſche Zerſetzung aufgehoben werden kann.

Das elektriſche Fluidum und das Feuer wird vom Herrn **de Lüc** auch unter die zuſammengeſetzten elaſtiſchen Stoffe gerechnet, welche aus einem fortleitenden Fluidum, und einer Baſis beſtehen. Weil dieſe durch ihre Erſcheinungen eine der Dampfform ähnliche Zuſammenſetzung zu verrathen ſcheinen, ſo hat ſie Herr **de Lüc** zu der Claſſe der Dämpfe oder Dünſte gezählet, und den luftförmigen Flüſſigkeiten mit den übrigen Dämpfen entgegengeſetzet.

Die Gewalt des Waſſerdampfs iſt erſtaunlich groß, und bringt, in einem engen eingeſchloſſenen Raume bewundernswürdige Wirkungen hervor. Beyſpiele geben die genugſam bekannten Knallkügelchen, der papinianiſche Digeſtor, die Dampf- oder Feuermaſchine u. ſ. f. Die Kraft des im eingeſchloſſenen Raume bis zum Glühen erhitzten Waſſers und ſeiner Dämpfe kann gar keiner Berechnung unterworfen werden, weil es an Mitteln fehlet, den überaus großen Grad der Elaſticität dieſer Dämpfe zu wiſſen. Die abſolute Elaſticität dieſer eingeſchloſſenen Dämpfe nimmt wie die der eingeſchloſſenen Luft durch die Wärme zu. Verſuche hierüber hat ſchon Herr **Ziegler** *) angeſtellt, wiewohl dieſe noch unvollſtändig ſind. Erſt in den neuern Zeiten ſind von dem Herrn **von Betancourt** **) zuverläſſigere Beobachtungen über das Wachsthum der Elaſticität der eingeſchloſſenen Dämpfe des Waſſers durch eine beſtimmte Anzahl von Wärmegraden angeſtellt worden. Aus dieſen Beobachtungen theilt Herr **Gren** folgenden Auszug mit:

Wärme-

*) Specimen phyſico-chemicum de Digeſtore Papini, eius ſtructura, effectu et vſu, primitias experimentorum nouorum circa fluidorum a calore refractionem et vaporum elaſticitatem exhibens. Baſ. 1769. 4.

**) Mémoire ſur la force expanſive de la vapeur de l'eau. à Paris 1792. 4.

Wärmegrade nach Reaum.		Elaſticit. in par. Zoll	Wärmegrad nach Reaum.		Elaſticität in Zollen
10°	— —	0,15	70°	— —	16,90
20	— —	0,65	80	— —	28,00
30	— —	1,52	90	— —	46,40
40	— —	2,92	95	— —	57,80
50	— —	5,35	100	— —	71,80
60	— —	9,95	104	— —	84,00
67	— —	14,50	110	— —	98,00

Nimmt man an, daß das Gewicht eines Cubikfußes Queckſilber 950 Pfund beträgt, ſo wird auf einen jeden Quadratfuß Fläche, auf welche Dämpfe von der Temperatur 80 Grad nach Reaum. wirken, der Druck dem Gewichte $79\frac{1}{6} \times 28 = 2216\frac{2}{3}$ Pfund gleich ſeyn. Würde das Waſſer in einem eingeſchloſſenen Raume bis auf 100 Grad nach Reaum. erhitzt, ſo würde der Druck auf jeden Quadratfuß ſchon auf $79\frac{1}{6} \times 71{,}80 = 5620{,}96$ Pfund ſteigen, mithin weit über die Hälfte wachſen, da doch nur die Hitze über den Siedepunkt 20 Grad höher ſtiege.

Aus den Erfahrungen des Herrn **von Betancourt** hat Herr **Prony** *) eine Formel berechnet, durch deren Hülfe man aus der gegebenen Temperatur der Waſſerdämpfe ihre abſolute Elaſticität finden kann. Dieſe angegebene Formel iſt aber nur, wie Herr **Gren** bemerket, für die Grenzen anwendbar, worin die Beobachtungen fallen, und würde, wenn man ſie bey Temperaturen über 115 Grad nach Reaumür gebrauchen wollte, das aller Erfahrung widerſprechende Reſultat geben, daß bey noch mehr zunehmender Hitze die abſolute Elaſticität geringer würde. In dem zweyten Theile aber gibt Herr **Prony** eine viel einfachere und verbeſſerte Formel an. Sie iſt nämlich $z = \mu_{,}\varrho_{,}^{f} + \mu_{,,}\varrho_{,,}^{f} + \mu_{,,,}\varrho_{,,,}^{f}$, wobey

*) Nouvelle architecture hydraulique, contenant l'art d'élever l'eau au moyen de différentes machines, de conſtruire dans ce fluide, de le diriger, et généralement de l'appliquer, de diverſes manières. Première partie. à Paris 1790. 4. ſeconde partie contenant la deſcription detaillée des machines à feu. à Paris 1796. gr. 4.

bey f die Grade des reaum. Thermometers, z die Kraft der Dämpfe nach der Höhe einer in Zollen angegebenen Queckſilberſäule, $\mu_{,} = - 0{,}0000007246010 7$ und $1.\ \mu_{,} = 0{,}8601007-7$, $\mu_{,,} = + 0{,}8648188303$, $1.\ \mu_{,,} = 0{,}9369271-1$, $\mu_{,,,} = - 0{,}8648181057$, $1.\ \mu_{,,,} = 0{,}9369348-1$, $1.\ \varrho_{,} = 0{,}0692259$, $1.\ \varrho_{,,} = 0{,}0202661$, $1.\ \varrho_{,,,} = 0{,}0120736$ iſt. Von 0° bis zu 80° kann wegen der äußerſt geringen Größe des Coefficienten $\mu_{,}$ das erſte Glied ganz weggelaſſen werden, mithin erhält man die ſehr einfache Formel $z = \mu_{,,}\varrho_{,,}^{f} + \mu_{,,,}\varrho_{,,,}^{f}$. Für den Dampf des Alkohols gibt Herr **Prony** folgende Formel an: $z = \mu_{,}\varrho_{,}^{f} + \mu_{,,}\varrho_{,,}^{f} + \mu_{,,,}\varrho_{,,,}^{f} + \mu_{IV}$, wobey $\mu_{,} = - 0{,}0021293$, $1.\ \mu_{,} = 0{,}3230330-3$, $\mu_{,,} = + 0{,}9116186$, $1.\ \mu_{,,} = 0{,}9593132-1$, $\mu_{,,,} = + 0{,}2097778$, $1.\ \mu_{,,,} = 0{,}3217595-1$, $\mu_{IV} = - 1{,}1192671$, $1.\ \varrho_{,} = 0{,}04697771$, $1.\ \varrho_{,,} = 0{,}02418079$, $1.\ \varrho_{,,,} = 0{,}9027776-1$ iſt. Hierbey iſt zu bemerken, daß ſchon bey dem erſten Grade der Werth von $\mu_{,,,}\varrho_{,,,}^{f}$ nur 0,18 wird, mithin, da er in der Folge immer kleiner wird, für alle poſitive f weggelaſſen werden kann. So erhält man die noch einfachere Formel $z = \mu_{,}\varrho_{,}^{f} + \mu_{,,}\varrho_{,,}^{f} + \mu_{IV}$.

Die Erfahrungen des Herrn **von Betancourt** mit den de Lüc'ſchen hat Herr **Gren** *) mit ſeinen eigenen Verſuchen über den Grad der Siedhitze bey verſchiedenen Barometerhöhen verglichen (m. ſ. den Artikel **Sieden**), und gefunden, daß die Dämpfe des ſiedenden Waſſers bey der Temperatur des Waſſers bey jedem Grade der Siedhitze des Waſſers eine eben ſo große abſolute Elaſticität beſitzen, als die Luft hat, welche zur Zeit des Siedens auf die Flüſſigkeit drückt. Es läßt ſich folglich auch aus der angegebenen Tabelle bey beſtimmter Barometerhöhe der Grad der Siedhitze des Waſſers, und

*) Beſchreibung der neuern Dampf- oder Feuermaſchinen, von F. A. C. Gren, in d. neu. Journ. der Phyſ. B. I. S. 170.

und umgekehrt aus dem Siedegrade des Waſſers die Barometerhöhe finden.

M. ſ. *de Sauſſure* eſſais ſur l'hygromètre. eſſ. III. ch. 1. des vapeurs élaſtiques. De Lüc Unterſuchungen über die Atmosphäre. B. II. §. 675 u. ſ.

Dammerde, vegetabiliſche Erde, Gartenerde (humus, terra vegetabilis, terre végétale), iſt die von der völligen Verweſung thieriſcher und vegetabiliſcher Körper übrig bleibende Erde, in welcher die Pflanzen wachſen. Dieſe Dammerde findet man überall auf der Oberfläche des platten Landes, der Hügel, der Abhänge und Füße der Berge bis auf eine gewiſſe Höhe.

Es iſt jedermann bekannt, daß die Dammerde der eigentlich fruchtbarmachende Theil des zur Vegetation dienenden Bodens ſey. Der Boden verlieret durch den oftmahligen Anbau ſeine nährende Kraft für die Pflanzen, wenn er nicht von Zeit zu Zeit durch Dünger und Verweſung organiſcher Subſtanzen mit befruchtender Dammerde geſchwängert wird. Sie enthält die erdigen Theile der organiſchen Körper, welche vor ihrer Verweſung in ſelbigen enthalten waren. Ob ſie aber noch das Gewächslaugenſalz der Pflanzen und die Phosphorſäure der thieriſchen Körper in ſich faſſe, iſt nicht hinlänglich unterſuchet. Sie iſt keine reine Erde oder kein Gemenge aus unorganiſchen Erden. In der reinen Dammerde, welche bloß aus der Verweſung organiſcher Körper entſtanden iſt, macht die eigentliche unorganiſche Erde, welche nach der Zergliederung übrig bleibt, einen ſehr geringen Theil aus. Die trockene Deſtillation dieſer Erde liefert immer mehr oder weniger brennbares oder kohlenſaures Gas mit empyrevmatiſchem Geiſte und Oel, nachdem die Verweſung der organiſchen Theile weniger oder mehr vollendet war, und hinterläßt beſtändig eine Art von kohlenartigem Rückſtand, woraus nach fortgeſetztem Glühen und Einäſchern nur ein geringer Theil Erde geſchieden werden kann, welche nach der Natur der organiſchen Subſtanz, von welcher die Dammerde herrühret, ſelbſt verſchieden iſt.

Es iſt aus Thatſachen klar, daß die Dammerde allein zur Nahrung der Pflanzen nicht hinreichend ſey, ſie hat aber unſtreitig den erſten und vorzüglichſten Antheil an der Ernährung der Gewächſe. Nach Herrn **Haſſenfratz** iſt ſie es wohl hauptſächlich, von welcher der Kohlenſtoff der Pflanzen und ihrer Theile herrühret, und darin bey weitem den größten ponderabeln Antheil ausmacht, welcher ſchwerlich von der Zerſetzung der von den Gewächſen eingeſogenen Kohlenſäure der Atmosphäre ganz allein herrühret, da dieſe in zu geringer Menge zugegen iſt. Außerdem enthält auch die Dammerde oder der in Verweſung begriffene Dünger, noch die übrigen zur Ernährung der Pflanzen erforderlichen Grundſtoffe, wie Waſſerſtoff und Stickſtoff.

Herr **de Lüc** hat an ſolchen Orten, wo die Dammerde durch die Cultur oder durch zuſammenlaufendes Waſſer nicht iſt vermehret worden, die Schicht derſelben, die das feſte Land bedecket, überall gleich hoch, nicht über einen pariſer Fuß, gefunden. So fand er es auf den Schweizer Bergen, und in der lüneburgiſchen Heide. Daraus ſchließet er, daß unſer feſtes Land noch nicht ſo lange Zeit auf das Trockene gekommen ſeyn könne.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie B. II. 1794. S. 255 u. f. **De Lüc** Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, a. d. Franz. Leipz. 1781. gr. 8. LV. Brief und andern Orten.

Dampfkugel ſ. **Windkugel.**

Dampfmaſchine, Feuermaſchine (machina ope ignis ſ. vaporum mota, pompe à feu) iſt eine Maſchine, welche vermittelſt der Dämpfe des ſiedenden Waſſers in Bewegung geſetzet wird. Es iſt ſchon aus dem Artikel **Dämpfe** hinlänglich bekannt, welche Wirkungen die Elaſticität des eingeſchloſſenen Waſſerdampfes hervorzubringen im Stande iſt. Nachdem man anfieng, den Bergbau mit größerem Fleiße zu betreiben, wobey, wie bekannt, Maſchinen zu Erhebung großer Mengen von Waſſer höchſt nöthig ſind, ſo verfiel man bald auf den Gedanken, durch die Elaſticität

des Waſſerdampfes dergleichen hydrauliſche Maſchinen, zumahl an denjenigen Orten, wo die dazu nöthige Feuerung leicht und wohlfeil zu haben iſt, in gehörige Bewegung zu bringen.

Was die Geſchichte dieſer Maſchinen anlangt, ſo hat ſie Herr **Gren** [α]) ausführlich erzählet. Ein Prediger, Nahmens **Matthesius** [β]), führt einen guten Mann an, welcher jetzt Berg und Waſſer mit dem Wind auf der Platten anrichte zu heben, wie man jetzt auch, doch am Tage, Waſſer mit Feuer heben ſolle. Die erſte Dampfmaſchine findet man in einer kleinen Schrift des **Marquis von Worceſter** [γ]) beſchrieben. Sie iſt in der Liſte die 68. Aus dieſer Schrift ſoll **Savery**, nach **Desaguliers** [δ]), den Gedanken entlehnet, und alle Exemplare, deren er habhaft werden konnte, aufgekauft, und verbrannt haben. **Savery** machte dieſe Erfindung der königl. Geſellſchaft zu London im Jahre 1699 bekannt [ε]), und beſchrieb ſie außerdem vollſtändiger in einer eigenen Schrift [ζ]). Nach ſeiner Erzählung iſt er auf dieſe Erfindung zufälliger Weiſe gekommen, indem er nämlich in einer leeren Weinflaſche, worin noch ein wenig Wein durch das Feuer in Dampf übergegangen war, das kalte Waſſer durch die Oeffnung in die Höhe ſteigen ſah. Seine Einrichtung beſteht aus einem Saug- und Druckwerke zugleich, worin vermittelſt Oeffnung und Schließung der Hähne der Dampf in Gefäße gelaſſen wird, welche durch Ventile mit dem Druck- und Saugwerke verbunden ſind. Der Dampf treibt das Waſſer unmittelbar in die Höhe, und wird durch die Berührung mit dem Waſſer verdichtet, worauf der Druck der Atmoſphäre

α) Neues Journal der Phyſik. B. I. S. 63 u. f.
β) Sarepta oder Bergpoſtille. Nürnberg 1562. Fol. Zwölfte Pred. Freyb. Ausg. 1679. 4. S. 574.
γ) A century of the names and ſcantlings of ſuch inventions as at preſent I can call to mind cet. Glasgow 1655. Ein Nachdruck davon im Jahre 1767.
δ) Courſe of experimental philoſophy. T. II. S. 465.
ε) An engine for raiſing water by the help of fire. Philoſ. transact. n. 253. p. 228.
ζ) The miners friend. 1699.

moſphäre von neuem Waſſer aus der Tiefe in die Saugröhre treibt. Man findet von dieſer Maſchine auch eine Beſchreibung bey **Leupold** α) und noch deutlicher bey **Weidler** β). **Papin** in Marburg hat ſich auf Befehl des Landgrafen Carl ſchon ſeit dem Jahre 1698 mit dergleichen Verſuchen und Entwürfen beſchäftiget γ).

Eine andere von der ſaveryſchen Einrichtung ganz verſchiedene Dampfmaſchine, welche den Nahmen einer ganz neuen Erfindung verdienet, wird von Deſaguliers dem **Newcomen**, einem Eiſenhändler, und **John Cawley**, einem Glaſer aus Dartmouth, beyde Wiedertäufer, als Erfindern, zugeſchrieben. Die erſte brachten ſie im Jahre 1711 zu Stande, eine andere baueten ſie zu Wolvershampton durch Unterſtützung eines Herrn **Potter**, wobey ſie der Zufall auf manche Verbeſſerungen führete. Eine große Maſchine dieſer Art wurde im Jahre 1719 zu London in York Buildings am Ufer der Themſe errichtet, welche **Weidler** beſchrieben hat. In Deutſchland ließ der Landgraf zu Caſſel die erſte Maſchine dieſer Art durch den kaiſerlichen Baumeiſter, **Joſeph Emanuel Fiſcher, Baron von Erlachen** im Jahre 1722 erbauen. Und im Jahre 1723 wurde eine ſolche Maſchine von **Potter** zu Königsberg in Ungarn angelegt, um die Waſſer aus den Gruben zu fördern; ſie iſt von **Leupold** δ) beſchrieben worden. Um eben dieſe Zeit wurde eine zu London für die Stadt Toledo in Spanien verfertiget, auch 1726 noch eine zweyte neben der erſten in London erbauet.

In Frankreich hatte zwar **Amontons** ε) Vorſchläge dieſer Art gethan; allein die erſten erbaueten Maſchinen ſind von den Engländern angegeben worden. **Belidor** ζ) hat diejenige Dampfmaſchine, welche zu Freſnes, einem nahe bey Condé

α) Theatrum machinar. generale Tab. LII.

β) Tractatus de machinis hydraulicis terrarum orbe maximis, Marlienſi et Londinenſi. Viteberg. 1728. 4.

γ) Ars noua ad aquam ignis adminiculo efficaciſſime eleuandam. Caſſel 1707. 4.

δ) Theatr. machinar. hydraul. T. II. §. 202. Tab. XLIV.

ε) Mémoir. de l'Acad. roy. des ſcienc. de Paris 1699.

ζ) Architecture hydraulique To. II. p. 308. f.

Condé liegenden Dorfe, errichtet war, ſehr umſtändlich beſchrieben. Auch findet man die Beſchreibung dieſer Maſchine mit ſpäterhin erfolgten Verbeſſerungen beym **Boſſüt** [α]), woher ſie auch Herr **Langsdorf** [β]) aufgenommen hat. Ueberhaupt handeln von den Dampfmaſchinen dieſer Art **Poda** [γ]), **Delius** [δ]), **Blackey** [ε]) und **Cancrinus** [ζ]).

Die Einrichtung der Dampfmaſchinen dieſer Art beruhet in den weſentlichſten Stücken auf folgendem Mechanismus: In einem eingeſchloſſenen Keſſel wird das in ſelbigem befindliche Waſſer in Dampf verwandelt, welcher in einem damit verbundenen Cylinder in die Höhe ſteiget. In dieſem Cylinder beweget ſich ein Kolben auf und nieder, an welchem eine Kette, die an das eine Ende eines ſtarken Hebelbaums befeſtiget iſt, ſich befindet. Am andern Ende des Hebelbaums ſind andere Ketten angebracht, an welchen Kolbenſtangen mittelſt der daran befindlichen Kolben in Saugpumpen auf und nieder ſpielen, um das Waſſer aus der Tiefe heraufzubringen. Um aber den Kolben in den Cylinder, worein der Waſſerdampf treten ſoll, auf eine gewiſſe Höhe zu bringen, ſo wird der Arm des Hebelbaums, an welchem die Pumpenſtangen hängen, ſtärker belaſtet, wodurch auf dieſer Seite ein Uebergewicht entſtehet, und folglich der andere Hebelarm mit dem daran befeſtigten Kolben in dem Cylinder gehoben wird. Sobald der Kolben auf dieſe Art ſeine höchſte Stelle erreichet hat, ſo ſchiebt eine eigene beſondere mechaniſche Vorrichtung einen Deckel oder Schieber, den ſogenannten **Regulator**, vor die untere Oeffnung der Röhre, welche den Cylinder mit dem Keſſel verbindet, ſo daß keine heißen Dämpfe weiter aus dem Keſſel aufſteigen

α) Traité élémentaire d'hydrodynamique à Paris. II Vol. 1791. 8.

β) Lehrbuch der Hydraulik mit beſtändiger Rückſicht auf die Erfahrung. Altenburg 1794. 4.

γ) Beſchreibung der bey dem Bergbau zu Schemnitz errichteten Maſchinen. Prag 1771. 8.

δ) Beſchreibung der Feuermaſchine. 4.

ε) Obſervations ſur les pompes à feu à Amſterd. 1774. 4.

ζ) Erſte Gründe der Berg- und Salzwerkskunde. Th. VII. Bergmaſchinenkunſt Frank. 1777. gr. 8.

können. Eben dieſe mechaniſche Vorrichtung öffnet zugleich einen Hahn, durch welchen kaltes Waſſer in den Cylinder geſpritzet wird, welches gegen die untere Fläche des Kolbens ſtößt, in Geſtalt des Regens zurückfällt, und den Waſſerdampf verdichtet. Hierdurch entſteht nun ein leerer Raum in dem Cylinder, und der aufgezogene Kolben wird durch den Druck der äußern Atmosphäre niedergetrieben. Hierbey wird zugleich der Regulator geöffnet, und der Hahn, wodurch das Waſſer in den Cylinder geſpritzet wurde, verſchloſſen. Nun geht das Spiel wieder von vorne an, indem der Waſſerdampf wieder in den Cylinder hinauftreten kann, nachdem der Kolben durchs Uebergewicht des einen Hebelarmes in die Höhe gehoben worden.

Dieſe Einrichtung von Dampfmaſchinen hat außer der koſtſpieligen Feuerung noch weſentliche Fehler. Der erſte iſt, daß das eingeſpritzte Waſſer durch die ſtarke Hitze des Cylinders ſelbſt erwärmt, und zum Theil in Dampf verwandelt wird, welcher dem Drucke der Atmosphäre widerſtehet, und die Bewegung des Kolbens ungemein verzögert; der zweyte Fehler iſt, daß eben dieſes eingeſpritzte Waſſer, nachdem es auf den Boden des Cylinders zurückgefallen iſt, bey Wiedereröffnung des Regulators den aufſteigenden neuen Dampf zum Theil zerſetzt, bis durch Hülfe des Feuers dieſes zerſetzte Waſſer wieder in Dampf verwandelt wird, wodurch ebenfalls die Bewegung der Maſchine verzögert wird.

Dieſe Fehler hat **James Watt** zu Glasgow in Schottland ſchon im Jahre 1764 durch ſeine angebrachten Verbeſſerungen vermieden. Und ſeit dieſer Zeit hat er immer mehr Verbeſſerungen anzubringen geſuchet. Die von ihm ſeit 1770 gegen alle vorhin übliche ſchon viel verbeſſerte Einrichtung der Dampfmaſchinen, wie ſie auch bisher in Deutſchland eingerichtet waren, beſtand kurz im Folgenden: der Cylinder wurde noch mit einem andern Behältniſſe umgeben, welches beſtändig mit heißem Dampfe angefüllt war, um den Cylinder in einer ſtets gleichförmigen Hitze zu erhalten. Auch wurde der Kolben in den Cylinder nicht durch den Druck der

atmo-

atmoſphäriſchen Luft, ſondern durch die Elaſticität des Dampfes in dem Behältniſſe hinabgetrieben, wenn unter demſelben der leere Raum bewerkſtelliget war. War nun der Kolben auf den Boden des Cylinders gekommen, ſo wurde der Zufluß der Dämpfe oberhalb des Kolbens durch Verſchließung eines Ventils gehemmt, und dagegen durch Oeffnung eines andern Ventils den oberhalb des Kolbens befindlichen Dämpfen nun auch Eingang in den Cylinder unterholb des Kolbens verſchaffet. Damit hatten die Dämpfe oberhalb und unterhalb des Kolbens ein völliges Gleichgewicht, und es hätte der Kolben ruhig bleiben müſſen, wenn nicht der eine Hebelarm ein Uebergewicht gehabt, und den Kolben des Cylinders weiter hinauf gezogen hätte. Nun öffnete ſich ein drittes Ventil, wodurch der unterhalb des Kolbens im Cylinder befindliche Dampf in eine beſondere vorhin leere Röhre, den **Condenſator**, geleitet wurde. Hier begegnete dem Dampf ein Strahl kalten Waſſers, welcher ihn ſogleich zu Waſſertropfen verdichtete; dadurch entſtand unterhalb des Kolbens ein leerer Raum, und da ſich zugleich das erſte Ventil wieder öffnete, und die Verbindung mit dem Keſſel und dem Theile des Cylinders oberhalb des Kolbens wieder herſtellte, ſo ſank der Kolben im Cylinder abermahls hinab, und das Spiel der Maſchine fieng von neuem an. Nachher hatten **Watt** und **Boulton** die Verbeſſerung der Dampfmaſchine noch viel weiter getrieben. Sie hatten auch wirklich nach dieſer neuen Einrichtung eine große Maſchine erbauet, hielten aber dieſe Einrichtung verſchwiegen. Als der Herr **von Betancourt** vom ſpaniſchen Hofe den Auftrag erhalten hatte, eine Sammlung von hydrauliſchen Unterſuchungen und Modellen zu veranſtalten, ſo reiſete er im Jahre 1788 nach England, um dieſe neue Dampfmaſchine ſelbſt in Augenſchein zu nehmen. Allein er konnte von dem innern verbeſſerten Mechanismus nichts Beſtimmteres erfahren; er bemerkte bloß, daß der Kolben des Cylinders an dem Hebelbaume nicht, wie gewöhnlich, vermittelſt einer Kette, ſondern durch eine unbiegſame Verbindung von Stangen befeſtiget

get ſey. Dieſer Umſtand gab dem Herrn **von Betancourt** Anlaß, auf den innern verbeſſerten Mechanismus zu ſchließen. Es war ihm nämlich natürlich, daß der Kolben im Cylinder nicht allein, wie bey den bisherigen Maſchinen, beſtimmt seyn müßte, während des Herniedergehens das eine Ende des Hebelbaumes mit ſich herab zu ziehen, ſondern auch während ſeines Hinaufgehens den Hebelarm hinauf zu drucken, und folglich in dieſem letzten Falle nicht, wie bisher, das Uebergewicht des andern Hebelarmes, ſondern auch der unterhalb des Kolbens in den Cylinder geleitete Waſſerdampf den Kolben, und mit ihm das eine Ende des Hebelarmes heben müſſe. Daher haben dergleichen verbeſſerte Maſchinen den Nahmen, Maſchinen mit doppelter Wirkung, erhalten. Nach dieſen Grundſätzen ließ der Herr **von Betancourt** ein Modell im Kleinen verfertigen, welches von den Gebrüdern **Perrier** in Paris völligen Beyfall erhielt. Dieſe entſchloſſen ſich daher, nach dieſem Modell eine Maſchine im Großen zu bauen, welche auch vollkommen nach Wunſch ausgefallen iſt, und welche von **Prony** *) weitläuftig iſt beſchrieben worden.

Nach dieſer neuen Einrichtung ſtrömt alſo wie vorher der Dampf aus dem Keſſel in den Cylinder oberhalb des Kolbens, und druckt dieſen hinab. So bald dieſer auf den Boden des Cylinders gekommen iſt, ſo tritt nun dieſer Dampf nicht unterhalb des Kolbens in den Cylinder, ſondern geht unmittelbar in den Condenſator; dabey ſtrömt aber jetzt, welches bey der vorigen Einrichtung nicht geſchah, unmittelbar aus dem Keſſel Dampf in den Cylinder unterhalb des Kolbens, und druckt ihn wieder hinauf, wird dann ſogleich auch wieder verdichtet, und ſo geht das Kolbenſpiel ununterbrochen fort.

Die Vortheile dieſer verbeſſerten Einrichtung ſind nicht geringe. Sie ſind folgende:

1. Die Größe und Stärke des Keſſels kann viel geringer als ſonſt ſeyn. Bey der alten Einrichtung, wo während des Steigens

*) Nouvelle architecture hydraulique etc. ſeconde Partie. à Paris 1796. gr. 4.

Steigens des Kolbens im Cylinder kein Dampf aus dem Keſſel ausſtrömen durfte, mußte nothwendig der Keſſel groß und ſtark genug ſeyn, um den während dieſer Zeit erzeugten Dampf, nebſt dem ſchon vorräthigen zu faſſen, und den Druck desſelben auszuhalten, welcher um ſo ſtärker ſeyn mußte, weil der Dampf nur die Hälfte der Zeit, da die Maſchine im Gange war, wirkte, und in dieſer halben Zeit die Wirkung hervorbringen mußte, zu welcher er nach der neuen Einrichtung die ganze Zeit über beytragen kann. Daher drang auch bey den vormahligen Dampfmaſchinen während des Aufſteigens des Kolbens in dem Cylinder der Dampf durch die Fugen des Keſſels, welches jetzt nicht mehr geſchiehet.

2. Die Unkoſten der Feuerung werden dadurch vermindert. Denn weil der Druck des Dampfes nach der neuen Einrichtung nicht mehr ſo ſtark als vorher ſeyn darf, ſo braucht man auch weniger Feuerung, um das Waſſer in Dampf zu verwandeln.

3. Können die Größen des Cylinders und der damit zuſammengehörigen Stücke weit geringer als vorher ſeyn. Denn da der Waſſerdampf in den neuen Maſchinen während der ganzen Zeit des Ganges wirkſam iſt, da es vorher nur die halbe Zeit war, ſo kann er auch, wenn er nur auf eine halb ſo große Oberfläche bey dem Kolben wirkt, doch eben ſo viel ausrichten, als wenn er auf eine doppelt größere Oberfläche wirkt.

4. Können bey der Einrichtung der neuern Maſchinen die ſonſt erforderlichen beträchtlichen Gegengewichte an dem einen Hebelarm erſparet werden, welches nicht allein den Preis, ſondern vorzüglich die in Bewegung zu ſetzende Maſſe vermindert.

5. Wird endlich auch eine gleichförmige Bewegung erhalten, welche vorher wegen des ſtarken Gegengewichtes nicht wohl erlanget werden konnte.

Von noch neuern Einrichtungen der Dampfmaſchinen des Herrn **Watt's** hat Herr **Mundt** *) einige Nachrichten gegeben,

*) Nachricht von Watts neueſten Verbeſſerungen ſeiner Dampfmaſchinen, in Grens neu. Journ. der Phyſ. B. IV. S. 143 f.

gegeben, und zugleich einen kleinen Verſuch zu einer allgemeinen Theorie dieſer Wirkung gemacht, wobey er das bekannte mariottiſche Geſetz, vom Druck der zuſammengepreßten Luft bey der Wirkung der elaſtiſchen Waſſerdämpfe, zum Grunde leget.

Nach dieſen neueſten Einrichtungen kommen die Waſſerdämpfe aus dem Keſſel (fig. 95.) aa durch das Rohr bc und durch die Oeffnung des Ventils d in den großen Cylinder e; der Kolben f will aber ſinken. Bey der gewöhnlichen Einrichtung drucken ihn die Dämpfe aus dem Keſſel bis auf den Boden, und alsdann erſt, wenn er dieſen erreicht hat, ſchließt ſich das Ventil d zu. Bey der neuern Einrichtung aber bleibt e nur ſo lange offen, bis der Kolben um $\frac{1}{4}$ ſeines Spielraums hinabgeſunken iſt; alsdann fällt das Ventil e zu. Allein die vom Keſſel abgeſchnittenen Dämpfe fahren deſſen ungeachtet fort, vermöge ihrer großen Expanſivkraft ſich auszudehnen, und den Kolben nieder zu drucken, wiewohl mit abnehmender Kraft. Man hat alſo nur den vierten Theil von Dämpfen nöthig, welche man ſonſt anwendete, und folglich einen weit kleinern Keſſel, und auch etwa nur den vierten Theil der gewöhnlichen Feuerung; und doch wirkt dieſer Theil von Dämpfen weit mehr, als den vierten Theil der gewöhnlichen Einrichtung. Damit aber der Gang der Maſchine ſo viel als möglich gleichförmig bleibe, ſo muß ſich das Moment der Laſt in demſelben Grade vermindern, wie ſich das Moment der Kraft des Kolbens vermindert. Dieß hat **Watt** durch Anbringung zweyer Räder, ſtatt des Balanziers, zu erreichen geſucht. Der Kolben treibt unmittelbar das Rad n. 1., und dieſes treibt vermittelſt der Stange gh das Rad n. 2. und das daran befindliche Geſtänge. Im Anfange des Sinkens des Kolbens f bleibt das Ende g von der Axe des Rades ziemlich gleich weit entfernet; aber beym fortgeſetzten Sinken des Kolbens kömmt das Ende g der Axe von n. 1. näher, und das Ende h entfernet ſich von der Axe des Rades n. 2., doch ſo, daß die Ketten k, k auf der Peripherie

ripherie der Räder bleiben. Dadurch nimmt nach bekannten Grundſätzen der Mechanik das Moment der Laſt ab.

Watt gibt an, daß, wenn der große Cylinder 8 Fuß hoch iſt, und der Kolben nur e Fuß tief durch volle Dämpfe getrieben wird, die Maſchine doch 0,57 wirkt, wenn ſie nach alter Art getrieben 1,00 wirken würde, oder daß ſich die Wirkung der neuern Einrichtung zur Wirkung der alten, bey übrigens gleichen Maſchinen, verhält wie 57 : 100. Folglich bringt man mit $\frac{1}{4}$ Dämpfen und alſo auch mit $\frac{1}{4}$ der alten Feuerung mehr als die Hälfte der Wirkung hervor. Man kann alſo über die Hälfte der Feuerung erſparen.

Nachrichten von dem Ertrage und Aufwande der Dampfmaſchinen beym Grubenbau in Cornwallis gibt Herr **Hawkins** *), und führt zugleich eine ganz neue Einrichtung derſelben durch einen Herrn **Hornblower** an, wobey der Dampf, welcher bey den wattiſchen Maſchinen, nachdem er ſeine Wirkung gethan hat, in Waſſer verwandelt wird, in einen andern Cylinder übergehet, und hier eine zweyte Wirkung auf eben das Ende des Balanziers thut. Hiernach iſt eine Maſchine auf der Kupfergrube Tin Croft in Cornwallis erbauet worden, deren Wirkung ſich gegen die der wattiſchen, nach Verſuchen vom 4. April 1792, wie 16$\frac{1}{2}$ zu 10 verhält.

Dampfmeſſer bey Dampfmaſchinen ſ. **Elaſticitätsmeſſer.**

Daſymeter ſ. **Manometer.**

Deckel des Elektrophors ſ. **Elektrophor.**

Declination ſ. **Abweichung.**

Declinationskreis ſ. **Abweichungskreis.**

Declinatorium ſ. **Abweichung der Magnetnadel, Compaß.**

Decompoſition ſ. **Zerſetzung.**

Deflexion des Lichtes ſ. **Beugung des Lichtes.**

Dehnbarkeit, Streckbarkeit, auch **Zähigkeit, Geſchmeidigkeit** (ductilitas, ductilité) heißt die Eigenſchaft der Körper, da deren Theile ſich durch eine äußere bewegende Kraft

*) Bergmänniſches Journal 1793. St. VI. S. 459 u. f.

Kraft merklich verſchieben laſſen, ohne ihren Zuſammenhang zu verlieren. In einem gewiſſen Sinne kann man den feſten Körpern ſo wohl als auch den flüſſigen Dehnbarkeit beylegen, weil ſich auch die flüſſigen Körper durch eine äußere bewegende Kraft ausdehnen laſſen, ohne daß der Zuſammenhang der Theile aufgehoben wird. Nach dem gemeinen Sprachgebrauch aber bedienet man ſich des Ausdrucks Dehnbarkeit, Streckbarkeit bey den feſten Körpern, Zähigkeit aber bey ſolchen Körpern, welche ſchon mehr den Flüſſigkeiten ſich nähern. Der Grund der Dehnbarkeit und der Zähigkeit der Körper liegt bloß in der qualitativen Beſchaffenheit der Theile, welche durch chemiſche Cohäſion bewirket iſt, oder auch bloß in der Reibung der Theile.

Die vorzüglichſten Metalle beſitzen einen ſehr merklichen Grad der Dehnbarkeit, und unter denſelben das Gold den ſtärkſten. Nach **Reaumür** a) läßt ſich das Gold durch geſchickte Goldſchläger in Blättchen ſtrecken, die noch nicht ſo dicke ſind, als $\frac{1}{30000}$ einer Linie. Allein dieſe Dehnbarkeit des Goldes iſt noch ſehr geringe, gegen die Dehnbarkeit desſelben bey der Verfertigung der Goldtreſſen, welche, wie bekannt, nur aus einem übergoldeten Silberfaden beſtehen. Man nimmt gemeiniglich hierzu eine Silberſtange im Durchmeſſer 15 Linien, in Anſehung der Länge etwa 22 Zoll, und in Anſehung des Gewichts 45 Mark, welche mit einer einzigen Unze Gold überzogen oder vergoldet wird. Dieſe Silberſtange wird nach und nach durch engere Löcher mit Gewalt hindurchgezogen, und dadurch immer feiner und länger; dabey bleibet aber die Vergoldung jederzeit an allen Stellen ſichtbar. Herr **Reaumür** zeiget durch Rechnung, daß dieſe Silberſtange bis auf eine Länge von 1163520 Fuß ausgedehnet, und folglich 634692 Mahl länger werden könne, als ſie war, und daß dieſe Länge, wenn man 2000 Toiſen auf eine franzöſiſche Meile rechnet, 97 Meilen betrage. Ehe nun noch dieſer Silberfaden über die Seide geſponnen wird, machet man ihn aus einem cylindriſchen platt, wodurch er gemei-

a) Mémoires de l'acad. roy. des ſcienc. de Paris. an. 1713.

gemeiniglich wenigſtens $\frac{1}{7}$ länger wird; alſo verwandelt ſich die Länge wenigſtens in 111 Meilen; ja ſie kann bis auf 120 Meilen verlängert werden. Die Vergoldung dieſes Silberdrahtes iſt allenthalben ſichtbar, woraus zu erſehen iſt, daß die Ausdehnbarkeit des Goldes außerordentlich groß ſeyn müſſe. Herr **Reaumür** ſetzt noch hinzu, man ſehe gar eigentlich, daß das Silber an einigen Orten noch ein Mahl ſo ſtark vergoldet ſey, als an andern. Durch Rechnung findet er, daß an den Stellen, wo die Vergoldung am ſchwächſten iſt, die Dicke des Goldes doch nur $\frac{1}{1050000}$ einer pariſer Linie ſey. Dieſe ſehr große Ausdehnung des Goldes iſt jedoch bey weitem noch nicht die Grenze. Man kann gar nicht daran zweifeln, daß die Länge des Fadens noch über die Hälfte derſelben ausgedehnet werden könne.

Unter den weichen und flüſſigen ziehbaren Körpern, welche zu einem beträchtlichen Grade ausgedehnet werden können, gehören vorzüglich das geſchmolzene Glas, die Gummi und Harze, und die zähen Materien, woraus die Seidenwürmer und Spinnen ihre Faden ziehen.

Wenn das Glas durchs Feuer geſchmolzen worden iſt, ſo kann es in ſehr feine Faden gezogen werden, welche nach dem Erkalten keinesweges mehr die Sprödigkeit und Unbiegſamkeit des in großen Maſſen zuſammen geſchmolzenen Glaſes haben, ſondern ſich eben ſo wie zarte Federn krümmen; wie denn die Glasbüſche, welche für das andere Geſchlecht eine Kopfzierde ſeyn ſollen, genugſam bekannt ſind. Die Arbeit, aus dem Glaſe dieſe feinen Faden zu erhalten, iſt ſehr einfach. Eine Perſon hält nämlich ein Ende von einem Stücke Glas an die Flamme einer Lampe; wenn dieſes von der Hitze weich geworden iſt, ſo ſetzet eine andere Perſon in das ſchmelzende Glas das Ende eines gläſernen Hakens. Dieſen ziehet er augenblicklich an ſich, und nimmt dadurch einen Glasfaden mit fort, welcher an den Umfang eines Spinnrades befeſtiget werden kann. Der zweyte Arbeiter thut nun nichts weiter, als daß er das Rad herumdrehet. So wie dieß geſchiehet, ſo ziehet das Rad die Theile des geſchmolzenen Glaſes an

ſich,

ſich, welche durch das Umdrehen des Rades um den Umfang desſelben gewickelt werden. Uebrigens kann der Arbeiter das Rad ſo geſchwind herum drehen, als er nur kann, ohne daß er beſorgt ſeyn dürfe, daß der Faden zerreiſſe. Dieſe Faden ſind nicht durchaus gleich dicke. Sie ſind ein ſehr plattes Oval, und wenigſtens zwey bis drey Mahl breiter, als ſie dicke ſind. Es gibt ſehr feine Faden, welche, nach dem bloßen Augenmaße zu urtheilen, nicht ſtärker als ein Faden ſind, welchen die Seidenwürmer ſpinnen; aber eben dieſe Faden ſind auch ungemein biegſam. Herr Reaumur iſt ſogar der Meinung, daß man die Glasfaden eben ſo würde weben können, wie die Seidenwürmerfaden, wenn wir nur die Kunſt wüßten, die Glasfaden zu dieſem Zwecke ſein genug zu ziehen.

Eben ſo ſind auch die Faden der Seidenwürmer nichts weiter, als eine von ihnen gehende zähe Materie, welche, nachdem ſie von ihnen gegangen iſt, feſt wird. Auch das Gewebe der Spinnen beſtehet aus einer zähen Feuchtigkeit. Es hat nämlich die Spinne nahe am Hintertheile ſechs Warzen, deren jede eine unzählbare Menge von Löcherchen beſitzet, aus welchen die allerfeinſten Faden kommen. Wenn man nur ein wenig überleget, daß die jungen Spinnen, die kaum ihr Ey verlaſſen haben, ſchon zu weben anfangen, bey welchen man die Warzen mit bloßen Augen nicht wahrnehmen kann, wie klein müſſen nun wohl die Fadenziehlöcher ſeyn? So weit reicht in der That unſere Einbildungskraft nicht, und es ſteigt in uns gewiß kein geringer Gedanke auf, wie weiſe auch der Allwiſſende für eines von den uns verhaßten Thieren geſorget hat, um nicht nur ihre Wohnung zu verfertigen, ſondern auch gleichſam ein Netz dadurch auszuſtellen, um kleine Inſekten zu ihrer Nahrung damit zu fahen.

Delisliſches Thermometer ſ. Thermometer.

Demant ſ. Diamant.

Demantſpatherde ſ. Diamantſpatherde.

Dephlogiſtiſirte Luft ſ. Gas, reines.

Deſcenſion ſ. Abſteigung.

Deſtillation, Deſtilliren (deſtillatio, deſtillation) iſt eine chemiſche Arbeit, bey welcher die flüchtigen Theile von den weniger flüchtigen eines zuſammengeſetzten Körpers, welche beym Abdampfen ſich in die Luft zerſtreuen würden, in beſondern kühlen Gefäßen in flüſſiger Geſtalt gewonnen werden. Von der Deſtillation unterſcheidet man die **Sublimation**, bey welcher ebenfalls die flüchtigern Theile von den weniger flüchtigen abgeſondert, nicht aber in flüſſiger, ſondern in feſter Geſtalt erhalten werden ſollen. Oft will man auch durch eine Deſtillation eine genaue Verbindung mehrerer flüchtigen Subſtanzen, welche jetzt durch eine Dampfauflöſung ſtärker und inniger ſich mit einander verbinden, bewirken, wie z. B. beym ſpiritus anodynus Hofmanni. Sonſt theilet man auch die Deſtillation ein in **naſſe** und **trockene**. Jene geſchiehet bey ſolchen Körpern, die an und für ſich im flüſſigen Zuſtande ſich befinden; dieſe aber bey ſolchen, die zwar ſonſt trocken ſcheinen, allein durch einen gewiſſen Grad des Feuers ſolche Dämpfe von ſich geben, welche nachher beym Abkühlen zu einer tropfbaren Flüſſigkeit zuſammentreten. Die naſſe Deſtillation erhält noch zu der Abſicht, wozu ſie geſchiehet, eigene Benennungen. **Abziehen** heißt, eine Flüſſigkeit von einem andern gemiſchten Körper abdeſtilliren; **cohobiren**, die Flüſſigkeit wiederhohlt auf einen Körper gießen, und davon abziehen; **rectificiren**, die Flüſſigkeit bey gewiſſen Graden des Feuers von fremdartigen Theilen, welche bey den erſten Deſtillationen mit übergiengen, zu befreyen.

Zum Deſtilliren hat man wegen der verſchiedenen Natur und den verſchiedenen Eigenſchaften und der Menge der abzudeſtillirenden Materie mancherley Gefäße nöthig, welche man **Brennzeuge** oder **Deſtillirgeräthſchaft** (vaſa deſtillatoria, apparatus deſtillatorius) nennt. Solche Flüſſigkeiten, welche durch eine Hitze in Dämpfe aufgelöſet werden können, die den Grad des ſiedenden Waſſers wenig oder gar nicht überſteiget, und welche die Metalle nicht angreifen, werden im Großen aus einer **Blaſe** (veſica) deſtilliret.

lirt. Die Blaſe iſt ein kupfernes inwendig verzinntes oder auch nicht verzinntes Gefäß, welches oben nicht eine zu geringe Oeffnung mit einem gerade ſtehenden Rande hat, um darein den **Hut** oder **Helm** genau einſetzen zu können. Der Helm (alembicus, capitulum) hat die Geſtalt eines hohlen Kegels. Die in der Blaſe aufſteigenden Dämpfe werden durch eine Röhre, **Schnabel** genannt, die an einer Seite des Helms oder auch an zwey Seiten herausstritt, und nicht zu enge ſeyn muß, abgeleitet. Der Helm iſt entweder von reinem Zinne, oder doch wenigſtens von gut überzinntem Kupfer, in manchen Fällen noch beſſer von Steinzeuge. Einen Vorzug vor den gewöhnlichen Helmen haben die mit der **Tropfrinne**. Auch die Vergrößerung der Blaſenöffnung und der Oberfläche des Helmes befördert ungemein die Deſtillation. Dieſe Blaſe ſtehet entweder in einem runden Ofen, oder zu manchen Abſichten noch beſſer in einem Waſſerbade. Nach der **ludolfiſchen** Einrichtung iſt durch den Helm eine Stange mit einer Kurbel angebracht, die ſich unten in einen Fächer endiget, und durch jene in Bewegung geſetzet werden kann, um die Dinge auf dem Boden der Blaſe umzurühren. Damit nun die Dämpfe, welche in der Blaſe in die Höhe ſteigen, und in den Schnabel des Helmes ſich begeben, abgekühlt und in tropfbare Flüſſigkeiten verwandelt werden, bringt man **Kühlanſtalten** (refrigeratoria) an. Es iſt nämlich oben auf dem Helme oder noch beſſer rund um ihn herum ein Gefäß angebracht, welches mit kaltem Waſſer angefüllt iſt, und welches man, wenn es heiß geworden, durch einen Hahn wieder kann ablaufen laſſen. Dieſe Einrichtung nennt man einen **Mohrenkopf** (caput Aethiopis). Sie iſt im Großen nicht ſo bequem, als wenn der Schnabel des Helms in eine andre zinnerne oder blecherne Röhre gehet, welche durch das **Kühlfaß** entweder in gerader oder in gewundener ſpiralförmiger Richtung geleitet iſt. Das Kühlfaß ſelbſt wird voll kaltes Waſſers geſchüttet, und, wenn es warm geworden, mit anderem kaltem Waſſer verſehen, nachdem das warme durch einen unten angebrach-

gebrachten Hahn iſt abgelaſſen worden. Die Vorlage zur Aufnahme der überdeſtillirten Flüſſigkeit wird alsdann an der Mündung der Röhre angebracht. Bey leicht aufſteigenden Flüſſigkeiten gebrauchet man zur Deſtillation auch einen **Kolben**, auf welchen ein gläſerner Helm geſetzet wird. Dieſe Helme haben allezeit eine Tropfrinne, welche ſich in den Schnabel endiget, an welchen die Vorlage angeleget wird. Hier hat man gewöhnlich keine Kühlanſtalt nöthig, weil die Verdichtung der Dämpfe durch die Abkühlung des Helms an der Luft bewirket wird. Dabey gebraucht man auch gewöhnlich nur eine gelinde Wärme des Sand- oder Waſſerbades, worein der Kolben geſtellet wird. Bequem ſind **tubulirte** Helme, welche in der Mitte ihrer Wölbungen ein Loch mit einem eingeriebenen Gasſtöpſel haben, um dadurch in den Kolben nachgießen zu können, ohne den Helm abzunehmen. Man nennt die Deſtillationen durch die Blaſe oder Kolben **gerade Deſtillationen** (deſtillationes rectae, per aſcenſum). Dieſen ſind die **ſchrägen** oder **ſchiefen** (deſtillationes obliquae, per latus, per inclinationem) und die **unterwärts gehenden Deſtillationen** (deſtillationes per deſcenſum) entgegengeſetzet. Der erſtern bedienet man ſich bey Flüſſigkeiten, welche leicht und bey gelindem Feuer aufſteigen, der zweyten bey ſolchen Körpern, welche ſchwerer in die Höhe ſteigen, und eine größere Hitze, als die des ſiedenden Waſſers, verlangen; die dritte iſt ganz entbehrlich und nur in wenigen Fällen noch gebräuchlich. Die ſchrägen Deſtillationen geſchehen in **Retorten**. Dieß ſind Gefäße in Geſtalt der Flaſchen mit einem gekrümmten Halſe, welcher aus dem obern Theile des Bauches heraustritt. Der Bauch iſt entweder kugelförmig oder länglichrund. Sie werden bereitet aus Glas, Thon, Steinzeug, Eiſen und Bley, nach Beſchaffenheit der zu deſtillirenden Materien und der Stärke des Feuers. **Tubulirte** oder **Tubulatretorten** haben in ihrem Gewölbe eine Oeffnung mit einem eingeriebenen Glasſtöpſel, welche in manchen Fällen von großem Nutzen ſind, nur dürfen ſie nicht in zu große Hitze gebracht werden, weil

ſie an der Oeffnung leicht Riſſe bekommen. Bey den Deſtillationen aus den Retorten dienen zur Vorlage die Kolben, in welchen ſich die übergehenden Dämpfe verdichten und ſammeln. Die gläſernen Retorten werden in das Sandbad eingelegt. Iſt ein ſtärkeres Feuer nöthig, ſo gebrauchet man die eiſernen oder irdenen Retorten, die man ins offene Feuer des Reverberierofens ſtellet. Oftmahls thut man auch dieß mit den gläſernen Retorten. Alsdann werden ſie, ſo wie auch ſonſt die irdenen, mit einer Maſſe überzogen, um ſie gegen die unmittelbare Wirkung des Feuers zu ſchützen, d. h. man **beſchlägt** ſie. Eine ſolche beſchlagene Retorte darf nie eher ins Feuer gebracht werden, bis der Beſchlag völlig trocken geworden iſt.

Um bey der Deſtillation aus Retorten im Reverberierfeuer die Vorlage mehr abgekühlt zu erhalten, und von dem heißen Ofen zu entfernen, dient der **Vorſtoß** (tubus intermedius), eine gläſerne oder irdene Röhre, welche in der Mitte einen kugelförmigen Bauch hat, an dem einen Ende kugelförmig zuläuft, und an dem andern weiter iſt. Jenes ſteckt in der Vorlage, und dieſes in dem Halſe der Retorte.

Die zwiſchen den Fugen der Deſtillirgefäße übrig bleibenden Oeffnungen werden noch mit **Kitten** oder dem **Klebewerk** verſchloßen, damit die Dämpfe dadurch nicht entweichen können. Nach Verſchiedenheit der abzudeſtillirenden Materien dienen hierzu entweder Leinwandſtreifen mit einem Kleiſter überſtrichen, oder auch naßgemachte Kälber- oder Schweinsblaſe, oder aus einem eigentlichen Kitt, aus ungelöſchtem in der Luft zerfallenen Kalk und Eyweiß.

Wegen der erſtaunenden Wirkung der elaſtiſchen Dämpfe, und noch mehr wegen der Entwickelung mancher luftförmigen Stoffe in der Hitze, darf man nicht immer die Deſtillirgefäße ganz genau verſchließen. Daher iſt es rathſam, in die Vorlage oder in den Vorſtoß zur Seite ein kleines Loch zu graben, welches zu Anfange der Deſtillation offen bleibt, und alsdann erſt verſchloſſen wird, wenn die meiſten elaſtiſchen Dämpfe vorüber ſind. Hierzu dienet auch der

woul-

woulfiſche Deſtillirapparat *), da aus der erſten Vorlage eine gekrümmte gläſerne Röhre in eine zweyte Vorlage, aus dieſer wieder eine andere in eine dritte u. ſ. w. und zuletzt in die freye Luft geht. Um hierbey zugleich die ſich entwickelten Gasarten mit auffangen zu können, hat **Lavoiſier** β) einen eigenen ſinnreichen, wiewohl etwas zuſammengeſetzten, Deſtillirapparat angegeben. M. ſ. **Pnevmatiſch-chemiſcher Apparat.**

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chymie Th. I. Halle 1794. gr. 8. §. 142 ff.

Diabetes des Heron ſ. **Heber.**

Diagonalmaſchine, eberhardiſche, iſt eine von **Eberhardt** γ) angegebene Maſchine, um dadurch zu zeigen, daß bey einer zuſammengeſetzten Bewegung der Körper allemahl die Diagonale eines Parallelogramms durchlaufen müſſe. Es haben auch andere, als **'sGraveſand, Nollet** u. ſ. dergleichen Maſchinen angegeben, welche aber alle nicht ſo einfach als die von **Eberhardt** ſind. Sie beſtehet aus einem viereckigen Bret, auf deſſen oberer Kante die Walze c (fig. 96.) fortgerollt wird, um welche ein Faden gewickelt iſt, der die Kugel p trägt. Auf dieſes Bret wird das Parallelogramm a p d e gezeichnet. Durchs Fortrollen der Walze wird das Gewicht p nach der Richtung a e, und durch ſeine Schwere nach der Richtung a p getrieben, mithin wird es durch die Diagonale p e gehen.

Diamant Demant (Adamas, Diamant) iſt der dichteſte, härteſte, ſchönſte und durchſichtigſte unter den ſo genannten Edelſteinen, welchen auch die härteſte Feile nicht angreift. Die ſchönſten Diamanten ſind ohne Flecke und einfarbig und gleichen dem reinſten Cryſtall. Die am meiſten geſchätzten kommen aus Oſtindien, aus Viſapour, Decan und Golconda; die meiſten aber kommen aus Braſilien,

α) Philoſ. transact. Vol. LVII. N. 50. S. 517 ff.

β) Traité élément. de chymie T. II. S. 451 ff. Pl. IV. fig. 1. Syſtem der antiphlogiſt. Chymie, a. d. Franz. durch Hermbſtädt S. 101. Taf. I. fig. 1.

γ) Erſte Gründe der Naturlehre. Halle 1767. 8. §. 64.

welche jedoch für ſo ſchön nicht gehalten werden. Die gewöhnlichſte Geſtalt der natürlichen Diamanten iſt in runden und ſtumpfeckigen Körnern, ſeltner in doppelt vierſeitigen Pyramiden, in flachen doppelt dreyſeitigen Pyramiden, oder in rundlichen zwölfſeitigen Cryſtallen, welche niedrige ſechsſeitige Säulen, die an den Enden mit dreyen Flächen zugeſpitzt ſind, zu ſeyn ſcheinen. Die rohen Diamanten ſind im natürlichen Zuſtande nicht mit dem Glanze und der Politur verſehen, welche ihrer Oberfläche durchs Schleifen gegeben wird, ſondern ſie iſt gewöhnlich mit einer erdigen Rinde überzogen, nur die aus den Flüſſen ausgenommen, wo dieſe Rinde abgerieben iſt. Im Bruche iſt der Diamant blätterícht, und der innere Glanz ſehr ſtark ſchimmernd. Nach dem Schleifen ſind die reinſten Diamanten vollkommen durchſichtig. Die gewöhnliche Farbe der rohen Diamanten iſt blaßgrau, welche ſich oft ins Gelbe zieht, zuweilen citronengelb, ſelten roſenroth, und noch ſeltener grün oder blau, häufiger blaßbraun. Das ſpecifiſche Gewicht des Diamanten verhält ſich zum ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers wie 3,500 bis 3,521 zu 1. Wegen dieſer Dichtigkeit bricht der Diamant die Lichtſtrahlen ſehr ſtark, und wirft daher einen ſtarken vielfarbigen Glanz von ſich, beſonders wenn er mit vielen Flächen geſchliffen iſt, welches ihm auch nebſt ſeiner Seltenheit einen ſehr großen Werth gibt. Uebrigens ſind die Diamanten elektriſche Körper, und ziehen, wenn ſie gerieben werden, leichte Körper an; auch leuchten ſie im Dunkeln, wenn ſie eine Zeitlang am Tageslichte oder in dem Sonnenlichte gelegen haben. Jedoch ſind dieſe Eigenſchaften auch einer ſehr großen Menge anderer cryſtalliſcher durchſichtiger Körper gemein.

Wegen der äußern Eigenſchaften des Diamanten, welche er mit den harten durchſichtigen Steinen von der Art des Bergcryſtalls gemein hat, rechneten ihn die Naturforſcher zu den Steinarten, und hielten ihn für den reinſten unter den Kieſelarten. Der Großherzog von Toscana, **Cosmus III.** hat zwar ſchon in den Jahren 1694 und 1695 durch

Averani

Averani und **Targioni** zu Florenz Verſuche mit dem Diamant durch die Hitze großer Brennſpiegel anſtellen laſſen *), wobey die Zerſtörbarkeit des Diamanten beobachtet wurde, welche eine geraume Zeit darnach durch die Verſuche, welche auf Befehl des Kaiſers **Franz I.** zu Wien angeſtellet wurden, Beſtätigung erhielten, obgleich dabey nur bloßes Ofenfeuer angewendet wurde. Allein alle dieſe Verſuche achteten die Naturforſcher nicht ſo, wie ſie es verdient hätten, und es behielt immer noch der Diamant ſeinen Platz unter den Kieſelarten, welche doch jene Veränderung im Feuer nicht erleiden. Erſt nach den Verſuchen des Herrn **D'Arcet** β), die er im Jahre 1768 bekannt machte, wurde die Aufmerkſamkeit auf den Diamant mehr rege gemacht. Dieſer ſetzte nämlich die Diamanten in verſchloſſenen Gefäßen einer anhaltenden Hitze des Porcellanofens aus. Von zwey Diamanten wurde jeder abgeſondert in einen porcellanen Tiegel gebracht, wovon der eine vollkommen geſchloſſen war, der andere aber in ſeinem Deckel einige kleine Löcher hatte; alle beyde verſchwanden in der Hitze wie reine Waſſertropfen. Dieſe Verſuche wiederhohlte er auf Verlangen der pariſer Akademie im Jahre 1770. Nachher bemerkte er nebſt Herrn **Roux**, daß man nicht ein Mahl zur Zerſtörung des Diamanten ein ſo heftiges Feuer nöthig habe. Im Jahre 1771. nahm Herr **Macquer** eine neue Erſcheinung an dem Diamanten wahr, daß nämlich ſelbiger beym Glühen unter der Muffel mit einer leichten phosphoriſchen Flamme umgeben war, und dabey nach und nach gänzlich verflog, und muthmaßte daher, daß die Verflüchtigung des Diamanten in einem wirklichen Verbrennen beſtände. Dieſe Thatſachen wurden nachher durch andere Verſuche noch mehr beſtätiget. Herr **Maillard** behauptete dagegen die Feuerbeſtändigkeit der Diamanten, und machte ſeine Verſuche

 in

*) Verſuche, welche mit einigen Edelgeſteinen ſo wohl im Feuer als auch vermittelſt eines tſchirnhauſiſchen Brennſpiegels angeſtellet worden; im hamburg. Magazin. B. XVIII. S. 164. ff.

β) Mémoire ſur le Diamant et quelques autres pierres precieuſes, traitées à feu p. Mſr *D'Arcet* à Paris 1771. 8.

in Gegenwart der Herrn **Macquer, Lavoiſier** und **Cadet.** Er füllte einen Tobackspfeiſenkopf mit Kohlenſtaub, legte drey Diamanten hinein, drückte alles dicht zuſammen, verſchloß ihn mit Eiſenblech und Formſand; ſtellte alles in einen Tiegel mit Kreide, welchen er mit Formſand und Salzwaſſer bekleidet einem zweyſtündigen Feuer im macquerſchen Ofen ausſetzte, bis der Tiegel weich zu werden und zu ſchmelzen anfieng. Nach dem Erkalten und Zerſchlagen fand man den Pfeiffenkopf ganz, den Kohlenſtaub noch ſchwarz und die Diamante unverſehrt und im Gewichte nicht vermindert. Die Herrn **Macquer, Lavoiſier** und **Cadet** wiederhohlten dieſe Verſuche mit verſchiedenen Diamanten, indem ſie dieſe in irdene Retorten, mit genau verkitteten Vorlagen brachten. Nach einem ſtark anhaltenden Feuer fanden ſie, daß ſich in den Gefäßen weder ein Sublimat noch ein anderes verflüchtigtes Produkt angeſetzet, und die Diamanten einen bloß überaus kleinen Abgang am Gewichte erlitten hatten. Aus allen dieſen Verſuchen hielt man ſich nun zu ſchließen berechtiget, daß die Zerſtörung der Diamanten dem Verbrennen der Kohlen ähnlich wäre, und bloß durch Einwirkung der reſpirabeln Luft Statt finden könne. Allein die vielen und mit aller gehörigen Sorgfalt angeſtellten Verſuche der Herrn **d'Arcet** und **Rouelle** ſcheinen dieſe Meinung nicht ganz zu beſtätigen, weil ſie die Zerſtörung der Diamanten auch in genau verſchloſſenen Gefäßen wahrgenommen hatten. Es ſcheint alſo viel mehr daraus zu folgen, daß die Diamanten nicht allein unter den angegebenen Umſtänden verbrennen, ſondern auch ohne die Bedingung des Verbrennens wirklich verfliegen. Auch beſtätigen dieſe Muthmaßung die Verſuche des Herrn **Lavoiſier**, die er in Geſellſchaft der Herrn **Macquer, Cadet** und **Briſſon** in dieſer Abſicht anſtellte. Er brachte Diamanten unter einer mit Lebensluft gefüllten, und durch Waſſer oder Queckſilber geſperrten Glasglocke auf Unterlagen von unverglaſetem harten Porcellan, und ſetzte ſie der Hitze des Brennpunktes des großen trudainiſchen Brennglaſes aus. Bey einer ſehr ſchnellen Erhitzung

zerſplit-

zerſplitterten die Diamanten; nicht aber bey einer langſamen und ſtufenweis erhöheten. Ob ſich gleich hier keine Anzeige von einer Schmelzbarkeit fand, ſo bemerkte man doch deutlich ein kleines Aufwallen auf der Oberfläche; das Merkwürdigſte aber war, daß die Luft unter der Glocke, wie beym Verbrennen anderer verbrennlichen Körper vermindert, und ihrer Lebensluft beraubet wurde, und ſo fand man auch, daß ſie das Kalkwaſſer trübte. Nachher beobachtete auch **Lavoiſier**, daß die Diamanten unter einer mit kohlenſaurem Gas angefüllten Glocke, worin ſonſt kein Verbrennen von Statten gehet, in der Hitze des Brennpunktes des erwähnten Brennglaſes ebenfalls, obgleich langſam, zerſtöret wurden, und folglich hier eine bloße Verflüchtigung ohne Verbrennen Statt finde. Im Jahre 1791 wurde endlich die Entzündlichkeit des Diamanten aus dem Verbrennen desſelben in Lebensluft durch den Herrn Grafen **von Sternberg** *) ganz unläugbar bewieſen. Von der Art, dieſen Verſuch anzuſtellen, ſchreibt der Chevalier **Landriani** an Madame **Lavoiſier** ß) alſo: „man verbrennt den Diamant „ganz ſo, wie einen Meſſingdraht, indem man an ſeine Spitze „ein kleines Ende eines Eiſendrahts befeſtiget, das man roth„glühend macht, und in eine mit dephlogiſtiſirter Luft ge„füllte Flaſche taucht. Das Verbrennen des Eiſens theilt „ſich dem Diamant mit, der in dieſer Luft mit dem größten „Glanze verbrennt. Es gibt Diamanten, die man durch „dieſes Mittel nicht zum Brennen bringen kann; die braſi„lianiſchen ſind von dieſer Art. Man hat dieſe Verſuche noch „nicht ſo weit getrieben, als ſie es verdienen. Der theure „Preis der Subſtanzen iſt daran Schuld. Insbeſondere „wäre, die Quantität und Qualität der Rückſtände, die Ver„änderung, welche die Luft dabey erleidet, und die Urſache „des großen Unterſchiedes der Diamanten zu beſtimmen.„

Uu 4 Weil

*) Grens Journal der Phyſik. B. IV. S. 410.

ß) Annales de chymie T. XI. 1791. Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 428.

Weil der Diamant das Licht drey Mahl ſo ſtark bricht, als er vermöge ſeiner Dichtigkeit thun ſollte, welche Eigenſchaft bloß den durchſichtigen verbrennlichen Körpern zukömmt; ſo vermuthete auch ſchon Newton *) a priori, daß der Diamant ein verbrennlicher Körper ſey, und dieſe Vermuthung iſt durch dieſe Verſuche zu einer unwiderleglichen Wahrheit gekommen.

Es iſt alſo der Diamant eine von den übrigen Stein- und Erdarten ganz verſchiedene Subſtanz, wenn auch gleich ſeine Zuſammenſetzung noch ganz unbekannt iſt. Er iſt ein flüchtiger und zugleich verbrennlicher Körper. Der Diamant wird weder vom Waſſer, noch vom Weingeiſte, noch von öligen Flüſſigkeiten, noch von ätzenden Alkalien, noch von den ſtärkſten Säuren angegriffen. Auch ſchmelzen die feuerbeſtändigen Alkalien mit dem Diamantpulver nicht zu Glas, und ſie löſen es nicht auf.

Auch der Herr Graf von **Bubna** β) hat über das Verbrennen des Diamanten Verſuche angeſtellet; er konnte aber dabey keine Flamme bemerken, mit welcher er nach **Macquer** u. a. verbrennen ſoll; er ſahe bloß den gewöhnlichen weißblaulichen phosphoriſchen Schein. Die Diamanten hatten aber an Gewicht und Durchſichtigkeit verloren. Auch fand er einen Unterſchied der braſilianiſchen und oſtindiſchen Diamanten. Bey dem Zerſtören der letztern, unter einer mit Kalkwaſſer geſperrten Glasglocke vermittelſt eines Brennglaſes, fand er, daß das Kalkwaſſer getrübet wurde, und ſchließt aus dieſen Verſuchen, daß der Diamant aus Kieſelerde und Flußſpathſäure zuſammengeſetzet ſey. Allein dieſe Verſuche ſcheinen noch nicht hinreichend zu ſeyn, dieſes zu erweiſen; denn es kann das Trübewerden des Waſſers eben ſo wohl als ein Zeichen des kohlenſauern Gas angeſehen werden, welches durch die Verbrennung entſtanden war.

Das

*) Optice, libri tres autore *Iſ. Newtono* latine redd. *Sam. Clarke.* Lond. 1706. 4. p. 232 – 234.

β) Abhandlung einer Privatgeſellſchaft in Böhmen. B. VI.

Das antiphlogiſtiſche Syſtem rechnet den Diamant unter die einfachen Körper, und Herr **Girtanner** ſagt, in allen bisher angeſtellten Verſuchen zeige er die größte Aehnlichkeit mit dem Kohlenſtoffe, vielleicht ſey er ganz reiner Kohlenſtoff; denn wenn man ihn in verſchloſſenen und mit Sauerſtoffgas angefüllten Gefäßen verbrenne, ſo werde er ganz in kohlengeſäuertes Gas verwandelt. Allein wenn dieſe Vermuthung Grund hätte, ſo ſollte bey den Verſuchen über die Zerlegung der Luftſäure, ſtatt des ſchwarzen Kohlenpulvers, ein Diamant zum Vorſchein kommen.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chymie Theil 3. Halle 1795. gr. 8. §. 2129 u. f. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie Kap. 22.

Diamantſpatherde, Hartterde, Corundererde (terra adamantina, corunda) iſt eine vom Herrn **Klaproth** *) im Diamantſpathe oder Corundum entdeckte Erde, welche man ſo lange für eigenthümliche Erde halten muß, bis ſie weiter geprüfet und unterſuchet worden iſt. Sie löſet ſich weder in Säuren auf naſſem Wege, noch in feuerbeſtändigen Alkalien auf trockenem Wege auf. Durch erſteres Zeichen unterſcheidet ſie ſich von allen übrigen einfachen Erden, durch letzteres aber von der Kieſelerde. Der Diamantſpath ſelbſt beſteht aus 0,33 Corundererde und 0,66 Thonerde.

Dianenbaum, Silberbaum (arbor Dianae, arbre de Diane). Wenn zu einer Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure mehr Queckſilber geſchüttet wird, als zum Niederſchlagen des Silbers nöthig iſt, ſo amalgamiret ſich das letztere mit dem übrigen Queckſilber, und bildet damit beym Ruhigſtehen cryſtalliniſche leicht zerbrechliche Anſchüſſe, welche den Vegetationen ſehr ähnlich ſehen, und eben dieſerwegen **Dianenbäume, Silberbäume, philoſophiſche Bäume** genannt werden.

Die Chymiker geben verſchiedene Vorſchriften, den Dianenbaum zu verfertigen. Man vermiſche einen Theil Sil-

*) Kleine mineralogiſche Beyträge in Crells chemiſch. Annalen 1789. B. I. S. 5 ff.

der in einer geſättigten Auflöſung mit 20 Theilen Waſſer, alsdann ſchütte man in einem cylindriſchen Gefäße zwey Theile Queckſilber dazu, und laſſe alles ganz ruhig ſtehen; oder man vermiſche drey Theile geſättigte Silberauflöſung, zwey Theile geſättigte Queckſilberauflöſung und zwanzig Theile Waſſer mit einander, und gieße dieß auf drey Theile von einem Amalgama, welches aus einem Theile Silber und ſieben Theilen Queckſilber gemacht iſt. Wenn der Silberbaum gut gerathen ſoll, ſo iſt durchaus nöthig, daß alle Ingredienzien den gehörigen Grad der Reinigkeit haben, daß die Silberauflöſung geſättiget, und mit ganz reinem Waſſer gehörig verdünnt ſey, und endlich alles ganz ruhig ſtehe.

Der Grund dieſer Erſcheinung liegt bloß in den verſchiedenen Verwandtſchaften, welche die Metalle mit den Säuren haben. So hat das Queckſilber mit der Salpeterſäure eine ſtärkere Verwandtſchaft als mit dem Silber, und es muß daher in eine Silberauflöſung geſchüttet das Silber niederſchlagen. Würde nun die Säure ſelbſt noch ſehr ſtark ſeyn, ſo würde ſie alsdann nach dem dynamiſchen Syſteme (denn nach dem atomiſtiſchen Syſtem weiß man gar keinen Grund der Verwandtſchaften anzugeben) durch ihre anziehende Kraft auf das Queckſilber mit Sollicitation wirken, und das Silber in einen unförmlichen Klumpen fahren laſſen, daher iſt es nothwendig, daß die Säure verdünnt werde, damit ihre zuſammenziehende Kraft nur langſam ihre Wirkung auf das Queckſilber ausübe, damit das freye Spiel der Grundkräfte allgemach von Statten gehe, und dadurch Queckſilbertheile mit Silbertheilen ſich gehörig verbinden können.

Diaphanometer (diaphanometrum, diaphanomètre) iſt eine von **Sauſſüre** angegebene Vorrichtung, die Größe der Ausdünſtungen, welche ſich in einem begrenzten Theile der uns umgebenden Luft befinden, dadurch anzuzeigen. Es hat daher dieſes Diaphanometer mit dem Kyanometer des Herrn **de Sauſſüre** ſehr große Aehnlichket, nur findet dabey der Hauptunterſchied Statt, daß durch den Kyanometer die ganze Wirkung der Dünſte und der in der Atmoſphäre

vom

vom Auge des Beobachters bis zu den letzten Grenzen ſeines Geſichtes vertheilten Ausdünſtungen beſtimmt wird.

Herr de Sauſſüre gründet das Maß der Durchſichtigkeit auf die Verhältniſſe der Entfernungen, auf welche beſtimmte Objekte ſichtbar zu ſeyn aufhören, und es kam bloß darauf an, Objekte zu finden, bey welchen man mit der größten Genauigkeit beſtimmen konnte, wie weit ſie beym Verſchwinden von dem Ange entfernet ſeyn müßten. Er fand, daß der Augenblick der Verſchwindung der Objekte weit genauer bemerkbar war, wenn ein ſchwarzes Objekt auf einen weißen Grund, als wenn ein weißes Objekt auf einen ſchwarzen Grund geſetzet wurde; daß man dieſe Beobachtung in der Sonne weit beſtimmter als im Schatten anſtellen, und daß der Grad der Genauigkeit noch größer werden könne, wenn der weiße Kreis, welcher den ſchwarzen umgibt, ſelbſt durch einen Kreis von einer dunkeln Farbe umgeben ſey.

Wenn man nämlich in der Mitte eines großen Blattes weißen Papiers oder Pappe einen ganz ſchwarz gefärbten Kreis im Diameter ungefähr 2 Linien befeſtiget, und ſelbiges der Sonne oder wenigſtens dem Tageslichte ausſetzet, ſich alsdann hiervon nach und nach entfernet, indem man ſtets die Augen feſt auf den ſchwarzen Kreis heftet; ſo wird dieſer Kreis an Größe immer kleiner werden, und in einer Entfernung von 33 bis 34 Fuß wird er als ein Punkt erſcheinen. Fährt man noch weiter fort, ſich davon zu entfernen, ſo wird man ihn von neuem ſich erweitern ſehen, und er wird eine Art von Wolke zu bilden ſcheinen, deſſen Nüance nach der Circumferenz zu immer mehr und mehr abnimmt. Bey noch größerer Entfernung wird zwar dieſe Wolke immer noch größer werden, zuletzt aber ganz verſchwinden. Den Augenblick dieſes Verſchwindens aber kann man gar nicht genau beſtimmen. So viele Verſuche man auch darüber anſtellte, ſo ſehr verſchieden fielen ihre Reſultate aus. Um nun dieſe Ungleichheiten ſo viel als möglich zu verbeſſern, kam er auf den Gedanken, daß die Wolke nicht mehr oder wenigſtens beynahe nicht mehr ſichtbar ſeyn würde, wenn er nahe an dieſem Kreiſe

den

den Grund weiß ließ, und mit einer dunkeln Farbe die Theile der Pappe, welche davon entfernt waren, bedeckte. Es ließ daher der Herr de Sauſſüre nur einen Raum um den ſchwarzen Kreis weiß, welcher deſſen Diameter gleich war, und ſetzte einen Kreis von ſchwarzem Papier in die Mitte eines weißen Kreiſes von 3 Linien im Durchmeſſer, ſo daß der ſchwarze Kreis nur von einem weißen Kranze umgeben war, welcher überall 1 Linie Breite hatte. Alles ward auf einen grünen Grund geleimet, weil dieſe Farbe dunkel genug iſt, die Wolke verſchwinden zu machen. Die Erfahrung entſprach vollkommen dieſen Gedanken.

Hiernach ſchnitt der Herr de Sauſſüre eine Menge ſchwarzer Kreiſe aus, deren Durchmeſſer in einer geometriſchen Progreſſion zunahmen, deren Exponent $= \frac{3}{2}$. Sein kleinſter Kreis hatte 0,2 einer Linie, der zweyte 0,3, der dritte 0,45 u. ſ. f. bis zum ſechszehnten, der 87,527 Linien zum Durchmeſſer hatte. Ein jeder von dieſen Kreiſen iſt mit einem weißen Kranze umgeben, deſſen Breite dem Durchmeſſer des Kreiſes gleich iſt, und alle ſind auf grüne Gründe geleimt. Nun wählte er einen Weg in einer geraden Linie oder eine Ebene von 1200 oder 1500 Fuß im Umfange, welche gegen Norden durch Bäume oder eine herabgehende Wieſe begrenzt war, zur Anſtellung ſeiner Verſuche.

Hat man einen ſolchen Kreis gehörig in dem Boden befeſtiget, ſo ſieht man beym Zurückgehen beſtändig auf ſelbigen. Dadurch wird das Auge bald ermüdet, und er verſchwindet demſelben. So bald man dieſes gewahr wird, ſo läßt man es, ohne es zu verſchließen, ausruhen, indem man es nach den weniger erleuchteten Gegenſtänden am Horizonte hinwendet. Nach Verlauf etwa einer halben Minute richtet man das Auge wiederum nach dem Kreiſe, den das Auge von neuem ſehen wird; alsdann entfernet man ſich von demſelben abermahls noch weiter mit ſtetem Hinſehen nach ſelbigem, bis er wieder verſchwindet. Man läßt das Auge alsdann wie vorher ausruhen, ſiehet wiederum nach dem Kreiſe u. ſ. f., bis er zuletzt ganz dem Geſichte entzogen wird.

Will

Will man nun den Mangel der Durchſichtigkeit genau ausdrucken, ſo muß man ſich einer Menge Kreiſe bedienen, deren Durchmeſſer nach einer gewiſſen Progreſſion wachſen; die Vergleichung der Entfernungen, wobey ſie verſchwinden, wird das Geſetz angeben, wornach die Durchſichtigkeit der Luft in verſchiedenen Entfernungen abnimmt. Will man aber nur die Durchſichtigkeit der Luft in zwey Tagen oder an zwey verſchiedenen Orten mit einander vergleichen, ſo hat man auch zur Beobachtung an zwey Kreiſen genug.

Nach dieſen Grundſätzen ließ der Herr **de Sauſſûre** ein Quadrat von weißem leinen Tuch machen, deſſen Seitenlinie 8 Fuß war; in der Mitte dieſes Quadrats ließ er einen vollkommenen Kreis von 2 Fuß im Durchmeſſer von ſchöner mattſchwarzer Wolle aufnähen; um dieſen Kreis ließ er eine weiße Zone von 2 Fuß in der Breite gehen, und das übrige des Quadrats mit einem matten Grün bedecken. Auf gleiche Art und aus gleichen Stoffen verfertigte er ein anderes Quadrat, deſſen Seitenlinie aber nur $\frac{1}{12}$ der Seitenlinie des vorhergehenden Quadrats betrug, ſo daß die Seitenlinie dieſes Quadrats = 8 Zoll iſt, der ſchwarze Kreis, ſo die Mitte deſſelben einnimmt, 2 Zoll im Durchmeſſer hat, und der weiße Raum um den Kreis = 2 Zoll Breite.

Werden dieſe beyden Quadrate vertikal und einander parallel aufgehängt, ſo daß beyde gleich ſtark von der Sonne beſchienen werden, ſo müßte, wenn in dem Augenblicke, da man den Verſuch anſtellt, die Luft völlig durchſichtig wäre, der Kreis des großen Quadrats in einer zwölf Mahl größern Entfernung ſichtbar ſeyn. Bey Herrn **de Sauſſûre** verſchwand der kleinere Kreis in einer Entfernung von 314 Fuß und der große in einer Entfernung von 3588 Fuß, anſtatt daß er in einer Entfernung von 3768 Fuß hätte verſchwinden müſſen. Es war alſo die Luft nicht vollkommen durchſichtig. Dieß kam von Dünſten her, die in der Luft damahls ſchwebten.

M. ſ. Mémoires de l'Academie royale des ſciences à Turin Tom. IV. Ueber des Herrn **de Sauſſûre**

Diapha-

Diaphanometer von D. **Fr. Wilh. Aug. Muthard** in **Grens** neuem Journale der Phyſik. B. IV. S. 101. u. f.

Dicht (denſum, denſe). Dieſes Wort druckt bloß einen relativen Begriff aus. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme, da die Materie abſolut undurchdringlich iſt, wird der Ausdruck **dicht** auch abſolut gebraucht für das, was nicht hohl oder bläſerig oder löcherig iſt. In dieſer Bedeutung gibt es eine abſolute Dichtigkeit, wenn nämlich eine Materie gar keine leeren Zwiſchenräume enthält. Hiernach ſtellt man Vergleichungen an, und nennt einen Körper **dichter** als einen andern, der weniger Leeres in ſich enthält, bis endlich der, in welchem kein Theil des Raumes leer iſt, vollkommen dicht heißt. Es kömmt hierbey alſo bloß auf die Menge der Materie an, welche in einem gleichen Raume enthalten iſt. So würde z. B. ein Cubikfuß Queckſilber dichter als ein Cubikfuß Waſſer ſeyn. Ein Körper, welcher in einerley Raume doppelt ſo viel, drey Mahl ſo viel u. ſ. Materie enthält, muß auch nach dieſem Syſtem doppelt ſo dicht, drey Mahl ſo dicht u. ſ. f. ſeyn.

Was aber das dynamiſche Syſtem betrifft, nach welchem die Materie eine bloß relative Undurchdringlichkeit beſitzet, ſo verſtehet man unter dem Ausdrucke **dicht** den Grad der Erfüllung eines Raumes von beſtimmtem Inhalte. Hiernach gibt es kein Maximum oder Minimum der Dichtigkeit, und doch kann eine jede noch ſo dünne Materie doch völlig dicht heißen, wenn ſie ihren Raum ganz erfüllt, ohne leere Zwiſchenräume zu enthalten, mithin ein Continuum, nicht ein Interruptum iſt; allein ſie iſt doch in Vergleichung mit einer andern weniger dicht, in dynamiſcher Bedeutung, wenn ſie ihren Raum zwar ganz, aber nicht in gleichem Grade erfüllt.

Sonſt pflegt man auch im gemeinen Leben manche Körper **dichte Körper** zu nennen, und nimmt das Wort dicht in eben dem Sinne als **compakt**, oder auch, wenn viele Materie in einen kleinen Raum zuſammengepreßt iſt.

Dichte, Dichtigkeit (denſitas, denſité). In dem Syſteme der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materie verſteht

ſteht man unter Dichtigkeit die Vertheilung der Materie eines Körper durch den Raum, den er einzunehmen ſcheinet, ſo daß ein Körper eine **größere Dichtigkeit** beſitzet, wenn er unter gleichem Volumen mehr Materie, eine **geringere** aber, wenn er in eben dem Raume weniger Materie enthält. Hiernach ſagt man, daß die Dichtigkeit eines Körpers zwey Mahl, drey Mahl u. ſ. ſo groß, als die Dichtigkeit eines andern, wenn er unter gleichem Volumen zwey Mahl, drey Mahl u. ſ. ſo viele Materie enthält, als der andere. Es iſt daher der Begriff der Dichtigkeit eigentlich ein relativer Begriff, indem man nicht beſtimmen kann, wie groß die Dichtigkeit eines Körpers an und für ſich ſey, ſondern man kann nur angeben, wie viel Mahl die Dichtigkeit größer oder geringer, als die Dichtigkeit eines andern Körpers ſey. Man kann alſo nur die Verhältniſſe der Dichtigkeiten angeben. Zu dem Ende müßte man die Dichtigkeit des einen Körpers zur Einheit annehmen, und nun unterſuchen, wie viel Mahl die Dichtigkeiten der andern Körper größer oder kleiner wären. Gemeiniglich vergleicht man die Dichtigkeiten aller Körper mit der Dichtigkeit des reinen Waſſers, und ſetzt dieſe = 1. Nach dieſer Vorausſetzung kann alsdann die Dichtigkeit eines jeden Körpers durch eine Zahl ausgedruckt werden. So verhält ſich z. B. die Dichtigkeit des Queckſilbers zur Dichtigkeit des Waſſers = 14 : 1, und man kann die Dichtigkeit des Queckſilbers = 14 ſetzen.

Man unterſcheidet auch Körper von **gleichförmiger Dichtigkeit** von Körpern von **ungleichförmiger Dichtigkeit**. Unter jenen verſteht man diejenigen Körper, bey welchen gleich große Theile gleich viele Materie mithin auch gleich viele Zwiſchenräume haben; unter dieſen aber diejenigen, wo bey gleichen Theilen nicht gleich viel Materie anzutreffen iſt. Z. B. bey einer Maſſe Waſſer, bey einem Klumpen Bley, Queckſilber u. d. g. wenn ſie durchaus eine gleiche Temperatur für ſich haben, wird in einem Cubikzolle des Raums eben ſo viele Materie als im andern enthalten, und daher ein Körper von gleichförmiger Dichtigkeit ſeyn.

Wenn

Wenn hingegen ein Körper aus andern ſpecifiſch verſchiedenen Materien zuſammengeſetzet iſt, ſo werden alsdann gleich große Theile nicht gleich viele Materie enthalten, und der Körper iſt ein Körper von ungleichförmiger Dichtigkeit. Bey den Körpern dieſer letztern Art muß man eigentlich die Dichtigkeit eines jeden Theiles beſtimmen; ſieht man aber den Körper ſo an, als ob alle zu ihm gehörige Materie durch ſeinen Raum gleichförmig vertheilet wäre, ſo findet man alsdann ſeine **mittlere Dichtigkeit**. Gewöhnlich werden zur Beſtimmung der Dichtigkeiten folgende Regeln fortgeſetzet:

1. Solche Körper, welche gleiche Räume haben, verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten wie ihre Maſſen.
2. Solche Körper, welche gleiche Maſſen haben, verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten umgekehrt wie ihre Räume.
3. Solche Körper, welche ungleiche Maſſe und ungleiche Räume haben, verhalten ſich in ihren Dichtigkeiten wie die Produkte aus den Maſſen in die verkehrten Räume.

Es ſeyn die Maſſen zweyer Körper M, m, die Räume V, v und die Dichtigkeiten D, d, ſo hat man

nach 1, wenn $V = v$; $D:d = M:m$

nach 2, wenn $M = m$; $D:d = v:V$.

Nimmt man nun noch einen dritten Körper an, deſſen Maſſe $= M$, Raum v und Dichtigkeit δ, ſo ergibt ſich nach den eben angeführten Verhältniſſen

$$\delta : d = M : m$$

$$D : \delta = v : V \quad \text{folglich}$$

$$D : d = vM : Vm$$

Da wir nun nicht im Stande ſind, die Quantität der Materie, die in einem beſtimmten Raume enthalten iſt, zu beſtimmen, ſo hat man ſeine Zuflucht zu den Gewichten der Körper genommen, als welche mit den Maſſen in gleichem Verhältniſſe ſeyn ſollen. Daher erhält man alsdann den Satz: die Dichtigkeiten der Körper verhalten ſich zu einander wie die Produkte der Gewichte und der verkehrten Räume. Weil aber auch ferner die ſperifiſchen Schweren

ſich

ſich wie die Produkte aus den Gewichten in die verkehrten Räume verhalten, ſo werden auch ſpecifiſche Schweren und Dichtigkeiten der Körper als völlig einerley betrachtet. M. ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Alle dieſe Regeln gründen ſich auf die Vorausſetzung, daß die primitive Materie eine abſolute Gleichartigkeit beſitze, und daß kein anderer Unterſchied derſelben Statt finde, als wenn die Grundkörperchen verſchiedene Geſtalten beſitzen, woraus die mancherley ſpecifiſch verſchiedenen Materien entſtanden ſind. Wenn man aber nach dem Satze des zureichenden Grundes aus der Verſchiedenheit der Wirkungen der ſpecifiſch verſchiedenen Materien unter allen Umſtänden auch einen Schluß auf die weſentliche Verſchiedenheit von Urſachen zu machen berechtiget iſt, ſo kann man auch in dieſer Rückſicht auf eine weſentliche Ungleichartigkeit der Materien ſchließen. Da alſo die erſte Behauptung als Hypotheſe durch keine einzige Erfahrung beſtätiget werden kann, ſo laſſen ſich eigentlich nach dem Syſtem der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materien keine Verhältniſſe der Dichtigkeiten der verſchiedenen Körper angeben, ob es gleich im Gebrauche iſt. Denn es müſſen die Dichtigkeiten der Körper im Verhältniſſe gleichartiger Maſſen ſeyn nach Principien der Mathematik.

Nach dem Syſtem der relativen Undurchdringlichkeit der Materien verſteht man unter **Dichtigkeit** den Grad der Erfüllung des Raumes von beſtimmtem Inhalte. Aber auch in dieſem Syſteme iſt es unſchicklich, ſich ein Verhältniß der Materien ihrer Dichtigkeit nach zu denken, wenn man ſie ſich nicht unter einander als ſpecifiſch gleichartig vorſtellet, ſo daß eine aus der andern durch bloße Zuſammendrückung erzeuget werden kann. Da nun aber das letztere zur Natur aller Materie an ſich nicht eben erforderlich zu ſeyn ſcheinet, ſo kann zwiſchen ungleichartigen Materien keine Vergleichung in Anſehung ihrer Dichtigkeit füglich Statt finden.

Diffraktion ſ. **Beugung des Lichtes.**

Digeſtivſalz ſ. **Salzſäure.**

Dioptrik (dioptrica ſ. dioptrice, dioptrique) iſt diejenige Wiſſenſchaft, welche die Geſetze der gebrochenen Lichtſtrahlen erkläret. Man nennt dieſe Wiſſenſchaft auch **Anaklaſtik**, und wird als ein beſonderer Theil der optiſchen Wiſſenſchaften betrachtet. Es iſt aus dem Artikel, **Brechung der Lichtſtrahlen**, bereits ſchon bekannt, daß die Lichtſtrahlen, wenn ſie aus einer Materie in eine andere von jener ſpeciſiſch verſchiedenen Materie übergehen, in eine andere Lage gebrochen werden. Das Geſetz der Strahlenbrechung, welches daſelbſt ebenfalls angegeben iſt, wird bey den Unterſuchungen, welche in der Dioptrik Statt finden, zum Grunde geleget, und aus dieſen laſſen ſich alsdann leicht die Wege finden, welche die gebrochenen Strahlen nehmen, wenn ſie in ebenen oder krummen Flächen gebrochen werden. Hieraus ſucht man ſodann die Geſetze der Brechung des Lichtes in linſenförmigen Gläſern, die Beſchaffenheit der Brechung des Lichtes im Auge, und die Geſetze der Brechung der Lichtſtrahlen in zuſammengeſetzten Gläſern, nämlich in den Fernröhren oder Teleskopen und in den Mikroskopen herleiten. Ob nun gleich die Dioptrik von der Brechung der Lichtſtrahlen in allen brechenden Materien Unterricht ertheilen ſoll, ſo ſchränkt ſie ſich doch hauptſächlich auf die Brechung der Lichtſtrahlen im Glaſe und in der Luſt ein, und lehret die Glaslinſen mit einander ſo zu verbinden, daß das menſchliche Auge dadurch Hülfsmittel bekomme, die ſichtbaren Gegenſtände theils deutlicher, theils aber auch vergrößert zu betrachten.

Es iſt ſchon bekannt genug, welche Erweiterungen die Naturlehre durch die Dioptrik erlanget hat. Sie iſt jedoch erſt eine Erfindung der Neuern. Denn den Alten war die Brechung des Lichtes außer wenigen hierher gehörigen Erſcheinungen völlig unbekannt. Die Araber fiengen vorzüglich zuerſt an, die optiſchen Wiſſenſchaften auszubilden. Der erſte optiſche Schriftſteller dieſer Nation, welcher aus der Geſchichte bekannt iſt, war **Al Farabi** etwa um das Jahr 900 nach Chriſti Geburt. Weitläuftiger über die Optik ſchrieb nachher um das Jahr 1000 **Ebn Haithem**, und

handelte in beſondern Abtheilungen von dem gerade fortgepflanzten, dem zurückgeworfenen, und dem gebrochenen Lichte. Allein beyder Werke ſind verloren gegangen. Im 12ten und 13ten Jahrhunderte erſchienen nun die Werke des **Alhazen** und des **Vitellio**, welche zuſammen **Friedrich Risner** a) mit einem Commentar über den Alhazen herausgegeben hat. **Alhazen** ſucht in ſeinem Werke das Auge zu beſchreiben, handelt weitläuftig von der Beſchaffenheit des Sehens, und behauptet ſchon, daß die cryſtallene Feuchtigkeit ein Hauptwerkzeug zum Sehen ſey. Insbeſondere bekümmerte er ſich mehr um die Strahlenbrechung als die Alten. So unvollkommen aber auch dieſe Schriften waren, ſo blieben ſie doch bis auf **Keplers** Zeiten in großem Anſehen. Noch ehe die theoretiſchen Gründe der Dioptrik entwickelt waren, wurden zu Ende des 13ten Jahrhunderts, vielleicht durch Zufall oder durch Sätze des Alhazen, verbunden mit Bacons Bemerkungen und Erfahrungen, die Brillen erfunden. Nach dieſer Erfindung iſt eine lange Periode verſtrichen, ehe man noch eine befriedigende Erklärung von der Natur und Wirkung der Brillen geben konnte. Einer der erſten, welcher nach der Wiederherſtellung der Wiſſenſchaften in Europa in den optiſchen Wiſſenſchaften wichtige Verbeſſerungen machte, war der Lehrer der Mathematik zu Meſſina, **Maurolycus** β). Dieſer zeigte, daß die kryſtallene Feuchtigkeit im Auge ein Linſenglas ſey, welches die Strahlen von den äußern Gegenſtänden auf der Netzhaut zuſammenbrächte, ſo daß jeder Strahlenkegel darauf ſeinen Vereinigungspunkt habe. Zu gleicher Zeit mit **Maurolycus** machte **Johann Baptiſta Porta** γ) aus Neapel eine merkwürdige Entdeckung, welche die Natur des Sehens gar ſehr erläuterte. Es war nämlich dieſe die Erfindung des verfinſterten Zimmers. Bald nachher im Jahre 1609 wurden auch

α) Opticae theſaurus. Baſil. 1572. fol.

β) Photismi de lumine et umbra, ad perſpect. radiorum et incidentiam facientes Venet. 1575. 4.

γ) Magiae naturalis libri IV. Neapol. 1558. fol.

die Fernröhre in Holland entdeckt, obgleich noch gar kein feſter Grund zu den theoretiſchen Unterſuchungen der Dioptrik geleget war. Man kann alſo mit allem Rechte behaupten, daß die wichtigſten praktiſchen Entdeckungen in der Dioptrik noch vor der Theorie derſelben vorhergegangen ſind. Erſt **Kepler** legte die wahren Gründe der Theorie der Dioptrik. Es iſt ausgemacht, daß Kepler noch vor Erfindung der Fernröhre mit Verbeſſerung der optiſchen Wiſſenſchaften beſchäftiget war, wie ſeine im Jahre 1604 herausgekommene Schrift [α]) beweiſet; allein es iſt auch gewiß, daß ſeine wichtigſten Entdeckungen in den optiſchen Wiſſenſchaften durch die Erfindung der Fernröhre ſind veranlaſſet worden. In ſeiner Dioptrik [β]) hat er gezeigt, wie es mit dem Sehen zugehe, und zugleich Methoden angegeben, die Größe der Brechung zu unterſuchen. Daraus hat er zugleich ein Geſetz hergeleitet, welches zwar nicht das wahre Geſetz der Brechung, jedoch für die Folgerungen, die er daraus ziehet, hinreichend iſt. Eben daher erkläret er ſehr richtig die Wirkung der Teleskope u. d. g. Seit dieſer Zeit hat auch die Dioptrik, welcher Kepler dieſen Nahmen gab, denſelben beybehalten.

Um dieſe Zeit oder kurz nachher ward endlich die Hauptentdeckung in der Dioptrik, nämlich das wahre Geſetz der Strahlenbrechung, von dem Profeſſor der Mathematik zu Leiden, **Willebrordus Snellius**, gemacht, welches **Carteſius** [γ]) in ſeiner Dioptrik zuerſt öffentlich bekannt gemacht hat. M. ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen.** Aus dieſem Geſetze ließen ſich alsdann durch Hülfe der Geometrie und der Analyſis alle Unterſuchungen, die bey der Brechung Statt finden, herleiten. Dahin gehören die Schriften des

David

α) Ad Vitellionem paralipomena, quibus aſtronomiae pars optica traditur etc. Francof. 1604. 4.

β) Dioptrice, ſ. demonſtratio eorum, quae viſui et viſibilibus, propter conſpicilla non ita pridem inventa, accidunt etc. Auguſt. Vindelic. 1611. 4.

γ) Diſcours de la methode etc. plus la dioptrique, les météores et la geometrie, qui ſont des eſſais de cette methode à Paris. 1637. 4.

David Gregory α), des Iſaak Barrow β) und vorzüglich des Huygens γ). Beſonders beſchäftigten ſich die Optiker in dem 17ten Jahrhunderte mit Verbeſſerungen und Erfindungen der optiſchen Werkzeuge, dergleichen geſammelt haben Schott δ), Kircher ε), Zahn ζ), Traber η) und andre mehr.

Nachdem ſich Newton im Jahre 1666 mit Schleifung optiſcher Gläſer beſchäftigte, und viele Verſuche mit dem gläſernen dreyſeitigen Prisma anſtellte, wodurch er die wichtige Entdeckung über die Zerſtreuung des Lichtes in Farben, welche bey jeder Brechung Statt findet, machte, ſo gelang es ihm dadurch, die Abweichungen der Gläſer wegen der Farben, und eine Menge anderer, theils unbekannter theils aber auch unerklärbarer, Phänomene richtig zu erklären. Alle dieſe wichtigen Entdeckungen machte er zuerſt in den philoſophiſchen Transactionen und nachher in ſeiner Optik ϑ) bekannt. Auch ſuchte er die optiſchen Werkzeuge zu verbeſſern. Weil er aber in der Meinung ſtand, daß die Abweichung der Gläſer wegen der Farben bey den gewöhnlichen Fernröhren mit Gläſern auf keine Weiſe aufgehoben werden könne, ſo beſchäftige er ſich vorzüglich mit Verfertigung der Spiegelteleskope.

Unter die wichtigſten Entdeckungen, welche in dem 18ten Jahrhunderte gemacht worden ſind, gehören die von dem engliſchen Künſtler, Dollond, erfundenen achromatiſchen Fernröhre (m. ſ. Fernröhre, achromatiſche). Nachdem auch in dieſem Jahrhunderte die Kunſtgriffe der mathematiſchen

α) Elementa dioptricae et catoptricae ſphaericae. Oxon. 1695. 8.
β) Lectiones opticae Lond. 1674. 4.
γ) Opuſcula poſthuma Lugd. Bat. 1703. 4.
δ) Magia vniuerſalis Pars I. Optica. Frft. 1657. 4.
ε) Ars magna lucis et vmbrae Romae 1646. fol.
ζ) Oculus artificialis. Herbip. 1685. fol.
η) Neruus opticus. Vien. 1675. fol.
ϑ) Optiks, or Treatiſe of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light, Lond. 1704. 4. 2te Ausg. 1718. 8. Optice, autore *Iſ. Newtono*, latine reddidit *Sam. Clarke*. Lond. 1706. gr. 4. 2te Ausg. Lauſ. et Genev. 1740. gr. 4. traité d'optique, par le Cheval. *Newton* trad. par *Coſte* Amſterd. 1720. Tom. II. gr. 12.

Erfindungskunſt erweitert wurden, ſo haben ſich verſchiedene damit beſchäftiget, dieſe beſonders auf die Dioptrik mit dem erwünſchten Erfolge anzuwenden. Schon **Halley** machte hierzu durch ſeine in den philoſophiſchen Transactionen bekannt gemachten Formeln zur Anwendung der Erfindung der Brennweiten der Linſengläſer den Anfang. Die erſte vollſtändige Anwendung der allgemeinen Rechenkunſt auf die Optik hat der Herr Hofrath **Käſtner** in ſeiner Ausgabe des ſmithſchen Lehrbegriffs der Optik. Altenb. 1755. 4. geliefert. Nachher ſind beſonders vom Herrn **Euler** [α]) die Kunſtgriffe der höhern Rechenkunſt auf alles, was nur zur Vollkommenheit der Fernröhre etwas beyträget, angewendet worden. Aus dieſem Werke des Herrn **Eulers** hat Herr **Klügel** [β]) einen vollſtändigen Auszug mit Verkürzung der euleriſchen Rechnungen und mit vielen Erweiterungen und Zuſätzen mitgetheilet. Auch Herr **Karſten** [γ]) hat durch die Anwendung der allgemeinen Rechenkunſt die optiſchen Wiſſenſchaften ſehr bereichert. Durch die Arbeiten dieſer verdienſtvollen Männer hat wirklich die Dioptrik einen gewiſſen Grad der Vollkommenheit erhalten. Was aber die Ausübung dieſer Sätze anbetrifft, ſo finden ſie doch gewiſſer Maßen noch einige Einſchränkung, indem es die dazu gebrauchten Materialien nicht verſtatten, dieſelben in aller Strenge auszuüben. Indeſſen iſt man doch durch die Bemühungen eines Herſchels auch hierin zu einer gewiſſen Stufe der Vollkommenheit gelanget.

Eine vorzüglich lehrreiche Geſchichte, und beſonders des phyſikaliſchen Theils der geſammten optiſchen Wiſſenſchaften, mithin auch der Dioptrik, haben wir den Herrn **Prieſtley** und **Klügel** [δ]) zu verdanken. Anzeige dioptriſcher Schriften mit kurzen kritiſchen Urtheilen hat **Wolf** [ε]) geliefert.

Noch

α) Dioptrica, auct. *Leonh. Eulero.* Petropol. Tom. I–III. 1769–1771. 4. med.

β) Analytiſche Dioptrik in zwey Theilen. Leipzig, 1778. med. 4.

γ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Theil VIII. Anfangsgründe der mathematiſchen Wiſſenſchaften. Band III.

δ) Geſchichte der Optik durch Klügel. Zwey Theile. Leipz. 1775. 4.

ε) Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften im 4ten Theile der Anfangsgr. der mathem. Wiſſenſch. Cap. 10.

Noch vollſtändiger aber findet man ſie von Herrn **Scheibel** *) angegeben.

Diſcrete Flüſſigkeiten ſ. expanſible Flüſſigkeiten.

Diſſonanzen, diſſonirende Töne (toni diſſonantes ſ. diſſoni, intervalla tonorum diſſona, diſſonances) ſind Verbindungen von zwey oder mehreren zugleich gehörten Tönen, welche dem Ohr unangenehm klingen. Einen mißfälligen Ton geben der Grundton, die Terze und bey harten Tönen die große Terze und Quinte; noch mißfälliger aber ſind die zweyſtimmigen, nämlich Grundton und die Septime, Grundton und die Sekunde. Ueberhaupt gibt es eine unzählige Menge diſſonirender Töne, unter denen vorzüglich diejenigen am unangenehmſten ſind, deren Schwingungszahlen nur etwas weniges von einander verſchieden ſind, wie z. B. der **halbe Ton** und die **Dieſis**, deren Verhältniſſe 25 : 24 und 128 : 125 ſind.

Wenn man die Urſache des Wohlklanges bloß darin ſuchen darf, daß die Verhältniſſe der Töne leicht zu erkennen ſind, ſo muß man auch den Grund des Mißklanges in den ſchwerer zu erkennenden und mehr zuſammengeſetzten Verhältniſſen ſuchen.

Dollondiſche Fernröhre ſ. Fernröhre, achromatiſche.

Donner, Donnerknall (tonitru, tonnerre) iſt der Knall, welcher ſogleich nach dem entſtandenen Blitze erfolget. Es iſt eine ausgemachte Wahrheit, daß die Materie, welche den Blitz verurſachet, eine wahre elektriſche Materie iſt; ob ſie aber in den Gewitterwolken, wie vormahls die Meinung war, wirklich vorhanden geweſen, oder ob ſie erſt in dem Moment des entſtehenden Blitzes erzeuget ſey, das iſt bereits unter dem Artikel **Blitz** hinlänglich unterſuchet worden. Aus den Gründen, welche Herr **de Lüc** angegeben hat, iſt es ſehr wahrſcheinlich, daß bey der Entſtehung des Blitzes auch die elektriſche Materie zugleich mit entſtehe, obgleich ihre

*) Einleitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß. 9tes St. Breslau 1777. 8.

Grundſtoffe in der Natur wirklich anzutreffen waren. Mit dieſem Entſtehen des Blitzes muß nun zugleich der Donnerknall verbunden ſeyn. Denn er iſt als ein elektriſcher Knall, ſo wie bey jeder verſtärkten Elektricität wahrgenommen wird, zu betrachten, und rühret von Erſchütterung der Luft her, welche als ein ſchlechtleitender Körper eine Explosion des Blitzes veranlaſſet.

Daß der Donner durch die Erſchütterung der Luft entſtehe, hatten ſchon die Alten richtig eingeſehen; allein darüber waren ihre Meinungen getheilt, auf welche Art die Erſchütterung der Luft veranlaſſet werde. **Seneka** dachte ſich die Gewitterwolken als große Blaſen voll Luft, welche ſich zuweilen öffnen und die Luft herauslaſſen. **Cartes** nahm an, daß die Gewitterwolken aus bloßen Schneetheilchen beſtänden. Da es ihm nun bekannt war, daß die großen Schneebälle auf den Alpen in der Schweiz, Lavinen genannt, durch Herabrollen von den Bergen in die Thäler ein dem Donner ähnliches Krachen verurſachen, ſo war er der Meinung, daß der Donner durch den Fall oder das Herabſtürzen einer Wolke auf die andere entſtehe. Der Blitz hingegen ſey die Entzündung der entzündbaren Theilchen, welche in der Luft zwiſchen den fallenden Wolken ſchwebten, und durch das Reiben, das durch Zuſammenpreſſung bewirket würde, in Entzündung geriethen. Noch andere Meinungen über den Blitz und Donner hat **Schott** *) erzählet. Nachdem aber Franklin hinlänglich gezeiget hatte, daß der Blitz ein wahres elektriſches Phänomen ſey, ſo konnte man auch den Donner für weiter nichts, wie für einen elektriſchen Schlag halten, welcher von der Erſchütterung der Luft herrühre. Was aber das Rollen des Donners dabey betrifft, welches oftmahls anfänglich ſchwach, hernach wieder ſtärker und ſo abwechſend eine Zeit lang anhält, ſo iſt dieß eigentlich ein Phänomen, welches bis jetzt noch nicht mit völliger Gewißheit hat erkläret werden können. Vormahls war man der Meinung, daß die erſte

*) Phyſica curioſa. Herbip. 1667. 4. Lib. XI. c. 21.

Urſache dieſer Erſcheinung der **Wiederhall** ſey; denn der erſte Knall, welcher mit dem Blitze zugleich verbunden ſey, komme auf verſchiedene Flächen der Wolken und der Gegenſtände auf unſerer Erde, und werde dadurch auf ſo mannigfaltige Art und aus ſo verſchiedenen Entfernungen zurückgeworfen, ſo daß nothwendig eine merkliche Zeit verfließen müſſe, ehe die ganze Wirkung des Donners beendiget ſey. Daher ſey auch das Krachen des Donners in gebirgigen Gegenden weit heftiger und anhaltender als auf dem platten Lande. Eine andere Urſache ſey dieſe, daß ſich die Stellen, durch welche der Blitz gehet, und in welchen er Exploſionen erreget, in verſchiedenen Entfernungen von demjenigen befänden, welche den Donner höret. Allein Herr **Buſſe** [α]) erinnert, man müſſe ſich unter dem Blitze eine erſtaunende Feuermaſſe vorzuſtellen wiſſen, wenn man die bloße Zertheilung der Luft zureichend hielte, einen ſo volltönenden Donner hervor zu bringen. Die neuern Einſichten berechtigten uns vielmehr anzunehmen, daß eine gewiſſe Donnerluft dafür entwickelt werde; ſelbſt die ältern Phyſiker hätten uns ausdrücklich erinnert, daß der Donner nicht durch bloße Erſchütterung der Luft ohne Hülfe einer knallenden Materie zu erklären ſey. Auch der Herr Hofrath **Lichtenberg** [β]) ſagt, es herrſche hierbey noch ſehr viel Ungewißheit, und es ſcheine faſt, als ob man, um die Natur des Donners ganz zu erklären, außer dem Knall welcher den elektriſchen Funken begleitet, und den Folgen des Echo's noch andere Gründe zu Hülfe nehmen müſſe, die noch nicht ganz zur Deutlichkeit gebracht ſind.

Herr **de Lüc** hat beſonders gegen die gewöhnlichen Erklärungen wichtige Gegengründe aufgeſtellt [γ]). Er ſieht die Urſachen, welche man gemeiniglich zur Erklärung des Rollens des Donners anführet, als ein Beyſpiel an, wie ſehr

[α]) Beruhigung über die neuen Wetterleiter. Leipz. 1791. 8. S. 35.

[β]) Erxleben Anfangsgründe der Naturgeſchichte, neueſte Edit. §. 752.

[γ]) Siebenter Brief an Hrn. de la Metherie über die Schwierigkeit in der Meteorologie, in Grens Journ. der Phyſ. B. IV. S. 287. §. 23.

man in Irrthum gerathen könne, wenn man beym Donner alles aus der Aehnlichkeit der elektriſchen Verſuche erklären wolle. Aus der Hypotheſe, daß die Wolken gleichſam geladene Conduktoren wären, glaubte man den Donner durch eine Entladung derſelben zu erklären; daß aber der Schall anhaltend ſey, ſuche man dadurch begreiflich zu machen, daß der Bliß in Vergleichung der Zeit, welche der Schall gebrauche, um eben dieſe Räume zu durchlaufen, unendlich geſchwind ſey. Daher müßte von den verſchiedenen Stellen der entladenen Wolke der Schall nach und nach zum Ohre gelangen, ob wir gleich den Bliß zu gleicher Zeit wahrnähmen. Herr **de Lüc** ſagt, dieſe Erklärung würde allerdings des Beyfalls würdig ſeyn, wenn das Rollen des Donners immer ſchwächer und ſchwächer würde; allein da es bald ſchwächere, bald ſtärkere Stöße verurſache, ſo werde dadurch jene Hypotheſe ſehr unwahrſcheinlich. Außerdem habe man nicht ein Mahl daran gedacht, daß dieſe beſondere Hypotheſe die allgemeine ganz zernichte. Denn, wenn ſich die elektriſche Materie von Wolke zu Wolke ins Gleichgewicht ſetzen könnte, ſo laſſe ſich unmöglich einſehen, wie Wolken poſitive und negative Elektricität beſitzen können, und doch eine zuſammenhängende Maſſe von Gewitter ausmachen ſollten. Die Hypotheſe, daß das vielfache Echo der Wolken den rollenden Donner zu Wege bringe, ſtimme mit der wirklichen Folge, die man beym Geräuſch des Donners beobachte, gar nicht überein, und habe beſonders noch das Auffallende, daß man bloßen Nebeln, welche die Wolken ſind, eine Fähigkeit beylege, den Schall zu reflektiren.

Herr **de Lüc** vermuthet vielmehr, daß das Rollen des Donners von eben der Urſache herrühre, aus welcher ſich in den Wolken die elektriſche Materie erzeuge; jedoch werde es von dieſer Materie ſelbſt nicht hervorgebracht. Es bilde ſich vielleicht in dem Augenblicke, da die elektriſche Materie aus den in der Wolke enthaltenen Beſtandtheilen zuſammengeſetzet werde, ein eben ſo großer Ueberfluß von heißem Waſſerdunſte, welcher in verſchiedene Maſſen getheilet ſey, und anfänglich weit

weit mehr Raum einnehme, als die Luft, woraus er entſtanden. Dieſe Maſſen werden vielleicht nachher, wenn ſie bey ihrer Abkühlung unter dem Grad der Hitze des Siedepunktes in dieſe Höhe kommen, durch den Druck der Luft plötzlich zerſetzt, welche das Waſſer davon unter der Geſtalt des Nebels zerſtreue. Dieſe Erklärung gründe ſich auf die Verwandlung der dephlogiſtiſirten und brennbaren Luft in Waſſer, wo ebenfalls erſt Ausdehnung, und alsdann Zerſtörung aller Ausdehnbarkeit Statt finde, und dann auf mehrere andere Phänomene des Waſſerdampfs. Dadurch würde ſich zugleich die Verdickung der Wolken und die darauf folgende Entſtehung des Regens erklären, welcher gewöhnlich nach ſtarken Donnerſchlägen entſtehet.

Nach dieſer Erklärung entſteht alſo der Knall des Donners durch eine Explosion der Luft, indem ſich die elektriſche Materie, welche plötzlich in großem Ueberfluſſe erzeuget worden, durch den Druck zerſetzt, ihr Licht fahren läßt, und dadurch den Blitz hervorbringt; das Rollen des Donners aber beſteht in einer Succeſſion der Zerſetzung verſchiedener einzelner Maſſen vom Waſſerdampf, der aus der Luft erzeuget iſt. Durch dieſe plötzliche Zerſetzung des Waſſerdampfs entſtehen leere Räume, in welche die Luft mit Gewalt eindringt, und dadurch einen Schall bewirket. Nachdem nun die zerſtreuten Dunſtmaſſen entweder gleichförmig auf eine weite Strecke fortgehen, oder größere oder kleinere Haufen bilden, ſo iſt mit dem Schall ein anhaltendes Rollen mit ſtärkern und ſchwächern Schlägen verbunden. Das durch die Zerſetzung entſtandene Waſſer fällt alsdann als Regen herab.

Nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme wird der Donner aus der Entſtehung einer großen Wolke erkläret. Hr. **Girtanner** *) ſagt, das Geräuſch des Donners iſt nicht der Lärm einer elektriſchen Explosion, und das Rollen des Donners iſt nicht das Echo dieſer Explosion. Die Wolken ſind nicht im Stande, Widerſtand zu thun, und den Schall zurück zu werfen,

*) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 246 f.

ſen, wie feſte Körper zu thun pflegen. Ein Kanonenſchuß auf dem Meere, weit vom Ufer, wird nur ein Mahl und ohne Rollen gehöret; hingegen rollt der Donner auf dem Meere wie auf dem Lande. Könnten die Wolken den Schall zurückwerfen und ein Echo verurſachen; ſo müßte auch auf dem Meere ein Kanonenſchuß zurückgeworfen werden. So oft plötzlich eine große Wolke entſteht, ſo oft entſteht auch Blitz und Donner. Wenn im Sommer bey trocknem und warmen Wetter der Wind nach Südweſt ſich drehet, ſo hört man einen Donnerſchlag, und ſogleich iſt der reine und heitere Himmel mit Wolken bedeckt. So wie ſich das Gewitter nähert, und die Donnerſchläge auf einander folgen, entſtehen mehr und mehr neue Wolken, welche vorher nicht da waren, und welche von dem Winde nicht hergebracht ſind. Bald wird die Luft um den ganzen Horizont undurchſichtig; es entſteht ein Regen, welcher mit der Anzahl und der Stärke der Donnerſchläge im Verhältniſſe ſteht; und die Entſtehung der Wolken ſo wohl als der Regen hört nicht eher auf, als bis der Donner aufgehöret hat.

Man hat viele Beobachtungen vom Donner bey ganz heiterem und unumwölktem Himmel. Der Donner iſt demnach nicht eine Folge des Blitzes; er iſt die Folge einer Entſtehung einer großen Wolke. Indem ſich das Waſſergas in der Atmosphäre durch plötzliche Erkältung in Waſſer verwandelt, nimmt es einen 900 Mahl kleinern Raum ein als vorher; es entſteht ein Vacuum; die obern Schichten und die Nebenſchichten drängen ſich zu und füllen den leeren Raum an; und indem ſie auf einander fallen, entſteht das Geräuſch. Eben dieß geſchieht täglich im Kleinen, wenn man ſchnell ein Etui aufmacht, deſſen Deckel gut paßt. Indem ſich der Deckel über den Vorſtoß hinbeweget, wird die innere Luft ausgedehnet, und ſo bald das Etui geöffnet iſt, dringt die äußere Luft ſchnell hinein, um den leeren Raum auszufüllen, und ſo entſteht das Geräuſch, welches man hört. So knallt auch eine Peitſche; denn der Zwick der Peitſche, welcher platt und löffelförmig iſt, wird ſchnell zurück gezogen; er reißt eine

eine kleine Menge Luft mit ſich; es entſteht ein Vacuum; aus der umgebenden Luft ſchlägt ſich etwas Waſſer nieder; es entſteht eine kleine Wolke, welche man ſieht, wenn der Hintergrund dunkel iſt; die umgebende Luft drängt ſich zu, um den leeren Raum auszufüllen: daher das Klatſchen. Mit einem ähnlichen Geräuſche zerplazt die Blaſe auf der Glocke der Luftpumpe.

Dieſe Erklärungen über das Entſtehen des Donners und des Rollens desſelben zeigen hinlänglich, daß wir noch nicht mit aller Gewißheit die wahren Gründe gefunden haben; offenbar beweiſen ſie aber auch, daß die ehemahlige Erklärung völlig unzureichend ſey. Meiner Meinung nach befriediget mich die Erklärung des Herrn **de Lüc** mehr, als die nach dem antiphlogiſtiſchen Syſteme. Denn die Aehnlichkeit des Blitzes mit dem elektriſchen Funken iſt unwiderſprechlich bewieſen; und da die Luft ein nicht leitender Körper iſt, ſo muß bey der Entſtehung des Blitzes auch ein Knall erfolgen. Daß man beym heitern Himmel Donner gehöret habe, kann durch ſtarke Windſtöße in den obern Regionen verurſachet ſeyn, obgleich in den untern Regionen Windſtille war. Mit dieſen ſtarken Winden konnte aber auch zugleich eine Zerſetzung der Luft verbunden ſeyn; woher die Wolken. Nur bleibt mir noch immer unerklärbar, daß es bey Gewittern, die, ſo zu ſagen, im Zenith entſtanden ſind, und ganze halbe Stunden lang Bliß auf Bliß und Schlag auf Schlag herabgeſendet haben, auch keinen einzigen Tropfen geregnet habe; man müßte denn annehmen, daß bey jedesmahliger Zerſetzung der Waſſerdämpfe das Waſſer in Luftſchichten gekommen wäre, welche es wegen der höhern Temperatur wieder in Dampf verwandelt hätten.

Donnerhaus iſt ein kleines zum elektriſchen Apparat gehöriges Modell eines Hauſes, wodurch das Einſchlagen des Blitzes gezeiget, und der Nutzen der Blitzableiter bewieſen wird.

Nach Herrn **Cavallo** *) hat dieſes Haus folgende Einrichtung: (fig. 97.) a iſt ein Bret, welches etwa $\frac{3}{4}$ Zoll dick iſt, und in Geſtalt der Gibelſeite eines Hauſes ausgeſchnitten. Dieſes Bret ſteht ſenkrecht auf dem Fußbrete b, worauf auch die ſenkrechtſtehende Glasſäule cd ungefähr 8 Zoll weit von der Grundfläche des Bretes a befeſtiget iſt. In dem Brete a befindet ſich ein viereckiger Einſchnitt ilmk, welcher etwa $\frac{1}{4}$ Zoll tief, und beynahe 1 Zoll breit iſt, in welchem ein viereckiges Holz liegt, welches beynahe eben die Größe hat, damit es bey dem geringſten Schütteln herausfalle. An dieſes viereckige Holz iſt nach der Diagonallinie der Draht lk befeſtiget. An dem Brete a befindet ſich noch ein anderer Draht ih, von einerley Stärke mit dem vorigen, an deſſen zugeſpiztes Ende die meſſingene Kugel h angeſchraubet wird, ſo auch der Draht mn, welcher bey o in einen Haken ausläuft. Aus dem obern Ende der Glasſäule cd geht ein gebogener Draht mit einer Hülſe f, in welcher ſich ein Draht mit Knöpfen an beyden Enden ſenkrecht verſchieben läßt, deſſen unterer Knopf g gerade über die Kugel h trifft. Die Glasſäule cd muß in dem Fußbrete nicht ganz feſt ſtehen, ſondern ſich ganz leicht um ihre Axe drehen laſſen; wodurch man denn die meſſingene Kugel g der Kugel h näher bringen, oder von ihr entfernen kann, ohne den Theil efg zu berühren. Wenn nun das viereckige Holz lmik in dem Einſchnitte ſo geleget iſt, daß der Draht lk in der Linie im ſtehet, ſo iſt von h bis o eine vollſtändige metalliſche Verbindung gemacht, und das Inſtrument ſtellt nun ein Haus vor, das auf die gehörige Art mit einem metallenen Ableiter verſehen iſt. Wird aber das Holz lmik ſo eingelegt, daß der Draht lk nach der Richtung lk ſtehet, ſo iſt der metalliſche Leiter ho, welcher von der Spiße des Hauſes bis an den Fußboden gehen ſollte, bey im unterbrochen, und das Inſtrument ſtellt in dieſem Falle ein nicht gehörig beſchütztes Gebäude vor.

Man

*) Vollſtändige Abhandlung der Elektricität B. I. Leipzig 1797. 8. S. 252 u. f.

Man lege nun das Holz lmik ſo ein, daß der Draht die in der Figur vorgeſtellte Lage hat, wobey der metalliſche Leiter ho unterbrochen iſt. Man ſtelle die Kugel g etwa einen halben Zoll hoch ſenkrecht über die Kugel h, drehe alsdann die Glasſäule dc, und entferne dadurch die erſtere Kugel von der letztern; verbinde den Draht ef durch eine Kette oder einen andern Draht mit dem Drahte einer leidner Flaſche, und führe noch einen andern Draht oder eine Kette von dem Haken o bis an die äußere Belegung der Flaſche; alsdann lade man die Flaſche; drehe wiederum die Glasſäule dc, und bringe die Kugel g nach und nach der Kugel h näher. Wenn nun beyde einander nahe genug kommen, ſo wird ſich die Flaſche entladen, und das Stück Holz lmik wird aus dem Einſchnitte heraus und auf eine beträchtliche Weite vom Donnerhauſe hinweggeworfen werden. Nun ſtellt die Kugel g bey dieſem Verſuche eine elektriſche Wolke vor, aus welcher, wenn ſie der Spitze des Gebäudes a nahe genug kömmt, die Elektricität in das Gebäude ſchlägt, und da es nicht gehörig durch Ableiter beſchützt iſt, durch dieſen Schlag einen Theil davon zerbricht, d. h. das Holz im abſchlägt.

Man wiederhohle dieſen Verſuch mit der einzigen Veränderung, daß man dem Holze im die andere Lage gebe, in welcher der Draht lk in der Richtung im kömmt, wobey der Leiter ho nicht unterbrochen wird, ſo wird der Schlag nicht die geringſte Wirkung auf das Holz lm thun, ſondern es wird daſſelbe in dem Einſchnitte unbewegt bleiben.

Endlich ſchraube man von dem Drahte hi die meſſingene Kugel h ab, ſo daß die Spitze des Drahts bloß bleibe, und wiederhohle nach dieſer Veränderung beyde erſt angeführte Verſuche; ſo wird das Holz im beyde Mahl unbewegt bleiben; auch wird man gar keinen Schlag hören, woraus man ſieht, wie ſehr zugeſpitzte Leiter den ſtumpf geendeten vorzuziehen ſind.

Man ſieht übrigens leicht ein, daß man die Einrichtung eines ſolchen Donnerhauſes verſchiedentlich abändern könne, um

um dadurch die Wirkungen des Wetterſtrahles einiger Maßen zu zeigen.

Doppelbarometer ſ. **Barometer.**

Doppelſtein ſ. **Kryſtall, isländiſcher.**

Doppelſtrich beym Magnetiſiren, ſ. **Magnet.**

Drache, fliegender ſ. **Feuerkugel.**

Drache, elektriſcher (draco volans papyraceus obſeruationibus electricis inſeruiens, Cerf volant électrique). Die bekannten papiernen Drachen, welche die Kinder als Spielwerk ſich verfertigen, um ſelbige durch den Wind in die Höhe führen zu laſſen, haben zuerſt **Franklin** und nachher mehrere Naturforſcher als Mittel gebrauchet, einen leichten die Elektricität leitenden Körper hoch in die atmosphäriſche Luft zu erheben, um die Elektricität derſelben dadurch herabzubringen. In dieſer Abſicht haben ſie den Nahmen **elektriſcher Drachen** erhalten.

Es ſey an den Stab (fig. 98.) a b der ſchlaffe Faden dec angebunden, und an irgend einem Punkte e dieſes Fadens eine andere Schnur ek befeſtiget, welche bey k mit der Hand gehalten werden kann; man nehme ferner an, die Fläche des Drachen mache mit der horizontalen Richtung fg des Windes den Winkel hgf, ſo kann man den horizontalen Stoß des Windes gegen den Schwerpunkt g des Drachen in die beyden Richtungen gh und hf zerlegen, wovon die Richtung hf mit der Fläche des Drachen parallel, und folglich nicht auf ſeine Bewegung wirkt. Daher wird der Drache nach der Richtung gh vom Winde fortgetrieben. Die Stärke des Windes gegen die Fläche des Drachen wird noch dadurch vergrößert, wenn die Richtung des Winſtoßes auf der Fläche des Drachen nicht ſenkrecht, ſondern wie bey den Windflügeln, unter einem gewiſſen Winkel geneigt iſt, wobey der Effekt am größten ausfallen würde, wenn dieſer Winkel 54° 44' beträgt. Anfänglich wird die Schnur, die man in der Hand hält, ſtark angezogen; ſo bald wie der Drache ſteigt, läßt man die Schnur immer etwas nach und läuft zugleich dem Winde entgegen. Dadurch kann er bey

einer langen Schnur auf eine beträchtliche Höhe durch den Wind getrieben werden.

Daniel Schwenter α) hat das Spielwerk der fliegenden Drachen beſchrieben, und Muſſchenbroek β) erkläret, wie ſie durch den Wind gehoben werden. Dieſe fliegenden Drachen zu dem wirklich ernſthaften Gebrauche, die Elektricität aus der atmosphäriſchen Luft herabzubringen, anzuwenden, hatte Franklin in Philadelphia zuerſt im Jahre 1752 den Gedanken gehabt. Er wollte nämlich dadurch direkt beweiſen, daß die Gewittermaterie mit der elektriſchen Materie einerley wäre, und glaubte daher kein beſſeres Mittel haben, zu den Gegenden der Gewitterwolken zu kommen, als durch den fliegenden Drachen. Denn er wußte dazumahl noch nicht, daß hierzu zugeſpitzte Stangen von mäßiger Größe hinreichend ſind. Er nahm alſo ein großes ſeidenes Tuch, breitete ſelbiges über zwey kreuzweis gelegte Stäbchen aus, und ließ ſelbiges bey dem erſten Gewitter an einer hanſenen Schnur in die Höhe ſteigen, an deren unterſtes Ende er einen Schlüſſel gebunden hatte. Es verſtrich eine geraume Zeit, nachdem er den Drachen hatte fliegen laſſen, ehe er noch die mindeſte Spur von Elektricität wahrnahm. Selbſt eine ſehr viel verſprechende Gewitterwolke war ohne die mindeſte Wirkung vorübergeſtrichen; und da er endlich an ſeiner Erfindung ſelbſt zweifeln wollte, ſo bemerkte er, daß einige loſe Faden an der hänſenen Schnur gerade in die Höhe ſtanden, und vor einander flohen. Nun brachte er das Gelenke ſeines Fingers an den Schlüſſel, und erhielt einen deutlichen elektriſchen Funken. Hierauf erfolgten noch mehrere, und als der Regen die Schnur naß gemacht hatte, ſammelte ſich die Elektricität in dem Schlüſſel ſehr häufig, dieſer im Brachmonath 1752 angeſtellte Verſuch war der erſte, welcher die Vermu-

α) Mathematiſche Erquickungsſtunden. Nürnberg 1651. 4. Th. I. S. 472.

β) Introductio ad philoſoph. natural. §. 573.

Vermuthung Franklins, daß die Gewittermaterie der elektriſchen gleich ſey, beſtätigte.

Nachher haben noch mehrere dergleichen Verſuche mit elektriſchen Drachen angeſtellt, welche alle den erwarteten Erfolgen entſprachen. **Beccaria** zu Turin bediente ſich der papiernen Drachen, und nahm bey einigen Stricke, welche inwendig einen Draht hatten. Um dieſe Drachen beſtändig freyſchwebend und zugleich mehr oder weniger ſtramm zu erhalten, hatte er die Stricke auf einen Haspel gewunden, der auf gläſernen Pfeilern ruhete; und ſein Leiter hatte eine Communikation mit der Axe des Haspels. Der Herr **de Romas**, Beyſitzer bey dem Landgerichte zu Nerac, kam im Jahre 1753, ohne von den Verſuchen Franklins Nachricht erhalten zu haben, ſelbſt auch auf den Gedanken, mittelſt fliegender Drachen, die Elektricität aus der Atmosphäre herabzuleiten. Dieſer war der erſte, welcher ſich einer mit eiſernem Drahte durchwirkten hänfenen Schnur an einem elektriſchen papiernen Drachen bediente, welchen er 1½ Fuß breit machte, ſo daß derſelbe 18 Quadratfuß Fläche hatte. Dieſe Schnur leitete die Elektricität aus der Höhe viel ſtärker ab, als eine hänfene Schnur, auch ſogar, wenn ſie naß war. An dieſer Schnur ward unten eine trockene ſeidene Schnur befeſtiget, welche ein Wetterdach vor dem Regen ſchützte, und an ein mit einem Stein beſchwertes Pendel gebunden war. An das Ende der hänfenen Schnur hieng er endlich eine blecherne Röhre, aus welcher er wie aus einem Conduktor Funken ausziehen konnte. Vermittelſt dieſes fliegenden Drachen, als derſelbe 550 Fuß hoch geſtiegen war, an einer 780 Fuß langen Schnur, welche einen Winkel von beynahe 45 Graden mit dem Horizonte machte, brachte er am 7. Jun. 1753 um 1 Uhr Nachmittags, aus ſeinem Ableiter, welcher 3 Zoll lang und ¼ Zoll dick war, Funken heraus, deren Kniſtern man ungefähr 200 Schritt weit hören konnte. Während deſſen, daß die Funken heraus giengen, fühlte er in ſeinem Geſichte als ob Spinneweben darüber gezogen würden, ob er gleich über drey Fuß weit von der Schnur

des

des Drachen ſtand. Er hielt es auch nicht für rathſam, ſo nahe dabey zu bleiben, und warnte die ganze Geſellſchaft, daß ſie ungefähr einen Schritt weiter zurücktreten ſollte. Nachdem er ſich nun ſicher genug glaubte, ſo gab er acht, was zwiſchen den Wolken, welche unmittelbar über den Drachen ſchwebten, vorgieng; allein er konnte weder Blitz noch Donner wahrnehmen; auch regnete es nicht. Als er ſeine Augen gegen den Conduktor richtete, der ungefähr 3 Fuß von dem Erdboden entfernet war, ſo bemerkte er drey Strohhalme, welche aufrecht ſtanden, und wie Puppen unter dem Conduktor im Kreiſe herumtanzten, ohne einander zu berühren. Dieſes kleine Schauſpiel dauerte ungefähr $\frac{1}{4}$ Stunde. Hierauf fieng es ein wenig an zu regnen, wobey er wiederum die Empfindung von Spinneweben in ſeinem Geſichte hatte, und ein beſtändiges Praſſeln hörete. Da dieß eine Anzeige der verſtärkten Elektricität war, ſo warnte er abermahls die Geſellſchaft, noch weiter zurückzugehen. Endlich ward der längſte Strohhalm von dem Conduktor angezogen, und es erfolgten hierauf drey Exploſionen, deren Laut einem Donnerknalle glichen. Einige von der Geſellſchaft verglichen denſelben mit dem Platzen der Racketen, andere mit einem gewaltſamen Zerſchlagen irdener Krüge gegen einen mit Stein belegten Boden. Man hörte ſo gar dieſen Laut mitten in der Stadt. Der Feuerſtrahl, welcher im Augenblick der Exploſion wahrgenommen wurde, hatte eine Länge von 8 Zoll und eine Breite von 5 Linien. Einige von der Geſellſchaft hatten bemerkt, daß der Strohhalm auf 45 bis 50 Toiſen weit von der Schnur abwechſelnd angezogen und wieder zurückgeſtoßen ward mit dieſem merkwürdigen Umſtande, daß allemahl, ſo oft derſelbe angezogen wurde, ein Feuerſtrahl zum Vorſchein kam, und ein Knall gehöret ward, wiewohl nicht ſo laut als bey der vorigen Exploſion. Man empfand dabey einen Phosphorgeruch, und rings um die Schnur zeigte ſich ein heller Lichtcylinder von 3 bis 4 Zoll im Diameter, ob es gleich Tag war. Zuletzt, da die Verſuche angeſtellt waren, entdeckte man in der Erde, gerade unter

dem Conduktor ein Loch, welches einen halben Zoll weit und einen Zoll tief war, und wahrſcheinlich durch die Exploſion verurſachet worden. Endlich fiel ein ſtarker Hagel mit untermiſchtem Regen, wodurch der elektriſche Drache herabfiel. Beym Niederfallen verwickelte ſich die Schnur an einem Dache, und als eine Perſon ſelbige losmachen wollte, bekam ſie einen ſo heftigen Schlag und eine Erſchütterung durch den ganzen Körper, daß ſie ſelbige fahren laſſen mußte. Und als die Schnur an die Füße einiger anderer Perſonen fiel, ſo erhielten auch dieſe wiewohl einen nicht ſo heftigen erſchütternden Schlag. Dieſe großen Wirkungen gaben dem Herrn **de Romas** Veranlaſſung zu mehrerer Sicherheit bey ähnlichen Verſuchen dieſen Auslader zu erfinden: an dem einen Ende einer gläſernen etliche Schuh langen Röhre befindet ſich eine blecherne Röhre, von welcher eine meſſingene Kette bis auf die Erde herabhängt. Hält man alsdann die gläſerne Röhre mit der Hand, und nähert ſich mit der blechernen Röhre dem durch die Gewitterwolke geladenen Conduktor, ſo entſteht ein Funke, welcher aber ſogleich durch die Kette zur Erde übergehet. Nach **de Romas** ſoll die Glasröhre wenigſtens $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer haben, und vollkommen trocken, die Kette aber 10 bis 12 Fuß lang ſeyn [α]).

Als de Romas mit dieſem elektriſchen Drachen am 26. Auguſt 1756 einen andern Verſuch anſtellte, ſo bemerkte man die aus demſelben herausfahrenden Feuerſtrahlen auf 10 Fuß lang und 1 Zoll dick. Dieſer Feuerſtrahl ward durch die Schnur des fliegenden Drachen durch einen nahe dabey geſtellten unelektriſchen Körper ohne Schaden abgeleitet, und der Knall glich einem Piſtolenſchuſſe. Und in einem Briefe an **Nollet** erzählet **de Romas** [β]), daß er etwa während einer Stunde auf 30 Feuerſtrahlen von eben dieſer Größe erhalten habe, die übrigen geringern nicht gerechnet, welche alle in den dabey ſtehenden unelektriſchen Körper übergingen.

Nachher

α) Mémoires préſentées à l'Academ. des ſcienc. T. II. p. 393.

β) Mémoires préſent. T. IV. p. 514.

Nachher hat de **Romas** noch einen elektriſchen Wagen angegeben, welchen man von einem Orte zum andern bringen, und die Schnur des Drachen ſicher darauf aufwinden und nachlaſſen kann, ohne ſie zu berühren. Allein dieſe Maſchine iſt viel zu ſehr zuſammengeſetzet, um ſich ſelbiger bey dergleichen elektriſchen Verſuchen zu bedienen. Sie iſt von **Briſſon** [α]) umſtändlich beſchrieben worden.

In den neuern Zeiten hat man auch die elektriſchen Drachen zur Unterſuchung der täglichen Luftelektricität angewendet. Nach ſehr vielen Verſuchen, welche Herr **Cavallo** [β]) zu dieſer Abſicht angeſtellt hat, fand er folgende Einrichtung der Drachen am bequemſten und beſten:

Es wird ein Drache von Papier in eben der Größe, wie ihn die Kinder zum Spielwerk gebrauchen, verfertiget, und alsdann mit Firniß überzogen oder mit geſottenem Leinöle getränket, damit er vor dem Regen geſchützet iſt. Die Größe iſt nämlich etwa 4 Schuh lang und wenig über 2 Schuh breit. Was die ſeidenen und leinenen Drachen anlangt, ſo erfordern dieſe ſtarken Wind, wenn ſie ſteigen ſollen, und dann ſind ſie nicht ſo wohlfeil, auch nicht ſo leicht zu verfertigen, als die von Papier. Und da die Schnur doch bisweilen reiſſet, und die Drachen verloren gehen oder zerriſſen werden, ſo muß man ſie ſo einfach und wohlfeil als möglich einrichten.

Die Schnur iſt vorzüglich der weſentlichſte Theil der ganzen Zubereitung. Nach verſchiedenen mißlungenen Verſuchen fand **Cavallo**, daß man die beſte Schnur erhalte, wenn man einen unechten Goldfaden mit zwey ſehr dünnen Bindfaden zuſammendrehet. Silber- oder Goldfaden würden, wenn man ſie mit den Bindfaden zuſammenflechten wollte, noch beſſere Dienſte thun; ſie ſind weit dünner als die Kupferfaden, und würden alſo eine weit leichtere Schnur geben; allein wegen der etwas großen Länge der Schnur würden ſie zu koſt-

 bar

α) Dictionnaire raiſonné de phyſique art. *Chariot électrique*.

β) Vollſtändige Abhandlung der Elektricität. Leipzig 1797. B. I. S. 320 u. f.

bar ſeyn. Cavallo verſuchte auch, den Bindfaden mit einem guten Leiter der Elektricität zu machen, und ihn daher mit leitenden Materien, z. B. mit Lampenruß, Kohlenſtaub, ſehr feinem Schmergel u. d. g., die er mit dünnem Gummiwaſſer einmachte, zu überziehen; allein alles das verbeſſerte die Schnur nur auf eine kurze Zeit, indem ſich die leitenden Materien von dem Bindfaden gar bald abrieben. Nach **Nairne's** Vorſchlag weichte **Cavallo** die Schnur in geſättigtes Salzwaſſer ein, welches zwar gute Dienſte that, aber die Hände beym Gebrauche ſalzig machte, und daher unbequem war. Was die iſolirten Knäuel und andere ähnliche Vorrichtungen anbetrifft, um ſich beym Steigen des Drachens vor der Gefahr des Schlags zu ſchützen, ſo ſind ſie alle Zeit ſehr beſchwerlich zu behandeln, und können wegbleiben, indem derjenige, welcher dergleichen Verſuche anſtellet, eben nicht in Gefahr iſt, einen Schlag zu bekommen. Hierbey iſt aber der Fall ausgenommen, wenn der Drache bey einem Gewitter ſteigen ſoll; denn zu dieſer Zeit iſt die Gefahr, auch beym Gebrauch der möglichſten Vorſicht, nicht geringe. Man kann alsdann, ohne den Drachen ſteigen zu laſſen, die Elektricität der Wolken mit einem Elektrometer von Korkkügelchen, welches man unter dem freyen Himmel in der Hand hält, oder, wenn es regnet, mit einem Regenelektrometer beobachten. Sollte jedoch der elektriſche Drache bey einer ſehr ſtark elektriſirten Luft in die Höhe geſtiegen ſeyn, ſo räth Cavallo an, an die Schnur den Haken einer Kette zu hängen, deren Ende auf den Boden herabfällt. Zur Vorſicht tritt alsdann auch der Beobachter auf einen iſolirten Stuhl.

Wenn nun der Drache geſtiegen iſt, ſo zieht man die Schnur durch ein Fenſter in ein Zimmer, und bindet eine ſtarke ſeidene Schnur daran, die man an einen ſtarken Stuhl oder an einen feſten Tiſch befeſtiget. Auf dieſen Tiſch wird ein iſolirter erſter Leiter geſtellt, den man durch einen dünnen Draht mit der Schnur an dem Drachen verbindet. An dieſen Leiter wird ein Quadrantenelektrometer auf einem gläſernen mit Siegellack überzogenen Stative geſtellt, ſtatt daß man

denſelben ſonſt auf dem Leiter befeſtigte, weil die Schnur bisweilen durch ihr Schwanken und Ziehen den erſten Leiter umwirft, und das Quadrantenelektrometer zerbrechen könnte. Dieſes Elektrometer zeigt die Stärke der in der Luft befindlichen Elektricität an. Um die Beſchaffenheit der Elektricität zu unterſuchen, kann eine ungefähr 18 Zoll lange Glasröhre dienen, an deren einem Ende ein Draht mit einem Knopfe eingekuttet iſt. Man faßt nämlich die Glasröhre an dem andern Ende an, und berühret die Schnur an dem Drachen mit dem Knopfe des Drahts. Dieſer nimmt, weil der Draht iſolirt iſt, ein wenig Elektricität von der Schnur an, welche ſchon hinreicht, die Beſchaffenheit dieſer Elektricität zu beſtimmen, wenn man den Knopf des Drahts an ein elektriſirtes Elektrometer bringt. Wäre die Elektricität nicht ſtark, ſo kann man auch ſelbſt an der Schnur durch Annäherung eines elektriſirten Elektrometers die Beſchaffenheit der Elektricität unterſuchen. Wenn ja kein Elektrometer vorhanden wäre, ſo kann man auch durch die Schnur eine Flaſche laden, die ihre Ladung einige Stunden lang behält, und alsdann gelegentlich an einem Elektrometer die Beſchaffenheit der Elektricität unterſuchen. **Cavallo** hat hierzu beſonders eine Flaſche angegeben, die man geladen bey ſich tragen kann. M. ſ. **Leidner Flaſche.**

Wenn die Elektricität des Drachen ſehr ſtark iſt, ſo befeſtiget man etwa 6 Zoll weit von der Schnur eine Kette, welche mit dem Boden in Verbindung ſtehet, die ſeine Elektricität ableiten kann.

Die Verſuche, welche **Cavallo** mit dem elektriſchen Drachen angeſtellt hat, können bey ihm ſelbſt nachgeleſen werden, wovon einiges unter dem Artikel **Luftelektricität** vorkommen wird.

Cuthbertſon *) beſchreibt eine eigene Vorrichtung, den Drachen mit Bequemlichkeit und Sicherheit in die Höhe ſteigen zu laſſen.

*) Abhandlung von der Elektricität S. 28.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Elektricität, aus d. Engl. durch **Krünitz**. Berlin u. Stralſ. 1772. 4. S. 116 u. f. 222 u. f.

Drebbeliſches Thermometer ſ. **Thermometer**.

Droſometer, Thaumeſſer (droſometrum, droſomètre) iſt ein Inſtrument, womit die Menge des gefallenen Thaues zu meſſen iſt. Es beſteht dieſes Inſtrument aus einer Wage, wovon das eine Ende eine Platte trägt, welche den Thau vorzüglich gut annimmt, das andere Ende aber ein Gegengewicht hat, das nicht ſo leicht bethauet wird. Man muß hierbey das Atmometer zu Hülfe nehmen, weil das Waſſer während des Thaues in Dampf aufgelöſet wird, und daher das Droſometer bloß den Unterſchied zwiſchen den Wirkungen des Thaues und der Verdampfung angibt. Umſtändlich iſt das Droſometer in einer Diſſertation zu Wittenberg beſchrieben worden *).

M. ſ. **Lichtenberg** göttingiſches Taſchenbuch fürs Jahr 1792. S. 154.

Druck (preſſio, preſſion) iſt die Mittheilung der Bewegung eines Körpers einem andern Körper, in ſo fern jener Körper mit ſeiner bewegenden Kraft auf dieſen beſtändig noch fortwirkt. Wenn man z. B. einen Körper von mäßiger Größe in die Hand nimmt, ſo beſtrebet er ſich vermöge ſeiner bewegenden Kraft gegen die Erde zu bewegen; da aber die Hand vermöge einer gewiſſen Kraft entgegenwirket, und ihn dadurch hält, ſo wird er auch nicht ſinken können; deſſen ungeachtet aber wirkt die bewegende Kraft des Körpers auf die Hand beſtändig fort, und theilet dieſer dadurch eine gewiſſe Bewegung mit; daher ſagt man auch im gemeinen Leben, der Körper **drucke** die Hand. Er folgt auch wirklich der Hand, wenn man ſie ſinken läßt, und fällt völlig gegen die Erde herab, wenn man die Hand wegzieht. Es wird folglich ein Körper eben ſo einen Tiſch oder ſonſt etwas, das ihn unterſtützet, drücken, und es erfolget auch wirklich eine Bewegung

*) *Dan Perlicii* et *Io. Gottl. Weidleri* diſſert. meteor. exhibens novum droſometriae curioſae ſpecimen. Viteb. 1727. 4.

gegen die Erde herab, wenn die Unterſtützung weggenommen wird.

Der Deutlichkeit wegen halte ich es für nöthig, die Erſcheinungen des Drucks zuerſt nach dem atomiſtiſchen, und nachher nach dem dynamiſchen Syſtem zu betrachten.

Nach dem atomiſtiſchen Syſteme iſt die Materie an und für ſich todt, und erhält erſt Bewegung, wenn eine äußere Kraft auf ſie wirkt. Wie es aber zugehe, daß todte Materie durch eine Kraft Bewegung erhalte, das kann nach dieſem Syſtem gar nicht eingeſehen werden. So bald nun die Materie des Körpers in Bewegung iſt oder doch wenigſtens durch eine Kraft zur Bewegung angetrieben worden, ſo theilet er nun ſeine Bewegung oder wenigſtens einen Theil davon einem andern im Wege liegenden Körper mit, und ſucht daher dieſen Körper ebenfalls in Bewegung zu ſetzen. Wenn alsdann die Bewegung der Materie des erſten Körpers in einem fort auf die Materie des andern Körpers wirkt, es mag dadurch der andere Körper wirklich in Bewegung kommen oder nicht, ſo ſagt man alsdann der erſte Körper **drucke** den andern. In dieſer Rückſicht kann man alſo den Druck eines Körpers gegen einen andern als eine Wirkung desſelben in einen andern, der ihm entgegen ſtehet, betrachten, indem er nämlich den andern wirklich in Bewegung bringt oder ihn doch wenigſtens zu bewegen ſtrebet, und dadurch iſt eben Mittheilung der Bewegung vorhanden (m. ſ. **Mittheilung der Bewegung**). Da nun der andere Körper der Bewegung des erſtern widerſtehet, ſo heißt auch der andere Körper der **widerſtehende Körper**, oder das **Hinderniß**. Weil aber Widerſtand ſelbſt eine Kraft iſt, ſo folgt daraus, daß im widerſtehenden Körper eine Kraft ſeyn müſſe, welche die Wirkung, oder die Bewegung des druckenden Körpers hindert. Dieſe Kraft iſt die des Zuſammenhanges der undurchdringlichen Theile des widerſtehenden Körpers unter einander ſelbſt, und mit andern unbeweglichen Körpern. Wenn dieſer Zuſammenhang des widerſtehenden Körpers zu ſchwach iſt, um dem druckenden Körper gehörig zu widerſtehen;

hen; ſo zerreißt jener Körper, oder wird von den andern unbeweglichen Körpern getrennt. Daher kömmt es, daß bey flüſſigen Körpern die Theile durch einen ſehr geringen Druck ausweichen oder von einander getrennt werden, weil man gewöhnlich unter flüſſigen Materien diejenigen verſteht, deren Theile mit einer ſehr geringen Kraft zuſammenhängen. Nach der atomiſtiſchen Lehre beſtehen alle Körper aus Anhäufungen der erſten Körperchen oder der Atome. Da nun alle in die Sinne fallende Theile flüſſiger Körper als Tropfen d. i. kugelförmig erſcheinen, ſo glaubt man auch Grund zu haben, den Atomen derſelben die Kugelgeſtalt nicht abzuſprechen. Alsdann müſſen aber auch dieſe erſten Theile als feſte oder harte Körperchen gedacht werden, weil bey ſelbigen der Begriff von Flüſſigkeit, welcher eine fernere Theilbarkeit vorausſetzet, nicht mehr Statt finden kann. Zu dem Ende nehme man an, es drucke die Kugel (fig. 99.) a auf die Kugel b nach der Richtung c d, welche durch beyder Mittelpunkte geht, ſo wird auch die Kugel b durch den Druck von a ein Beſtreben erhalten, nach dieſer Richtung ſich hin zu bewegen. Geſetzt aber, es drucke (fig. 100.) die Kugel a auf eine oder mehrere andere Kugeln nach der Richtung d e, welche nicht mehr durch die Mittelpunkte geht, ſo iſt nun die Richtung des Drucks an den Berührungspunkten der Kugeln nicht mehr ſenkrecht auf der Fläche der gedruckten Kugeln; daher muß die Richtung des Drucks in Theile zerleget werden, von denen nur diejenigen auf die Kugeln c und b wirken, welche an den Berührungspunkten auf den Kugelflächen ſenkrecht ſtehen, d. h. welche durch den Mittelpunkt der Kugeln gehen. Daraus erhellet alſo, daß die Kugeln b und c nach den ſchiefen Richtungen d f und d g gedruckt werden. Man ſtelle ſich nun vor, es ſey ein hohles Gefäß mit dergleichen harten Kügelchen angefüllet worden, und es drucke ein Gewicht, welches auf einer feſten Platte liegt, auf dieſelben. Könnte man alsdann annehmen, daß alle dieſe harte Kügelchen in vertikaler Richtung über einander lägen, ſo würde ſich auch der Druck des Gewichtes allein nach vertikaler Richtung bis auf

den Boden fortpflanzen. Liegen hingegen dieſe harten Kügelchen in einer ganz andern Ordnung, ſo daß ſie ſich unter einander in verſchiedenen Punkten berühren, und die durch ihre Berührungspunkte und Mittelpunkte gezogenen geraden Linien verſchiedene Lagen haben, ſo wird ſich auch der vom Gewichte herrührende Druck nach verſchiedenen Richtungen fortpflanzen müſſen. Hätte bey dieſer Lage der Kügelchen die Seitenwand des Gefäßes irgendwo eine Oeffnung, ſo iſt es natürlich, daß nun die an dieſer Oeffnung liegenden Kügelchen durch den vom Gewichte erhaltenen Druck ſeitwärts ausweichen können, und folglich durch die Oeffnung herauslaufen. Wenn die feſte Platte, auf welchem das Gewicht liegt, die Oeffnung des Gefäßes nicht genau verſchließt, folglich an der Seite noch offener Raum anzutreffen iſt, ſo werden nun die daſelbſt liegenden Kügelchen von den darunter befindlichen vermöge des durchs Gewicht erhaltenen Drucks in die Höhe getrieben; dadurch wird dem Gewichte Platz gemacht, und ſinkt daher zu Boden. Verſchließt endlich der Deckel genau das Gefäß, ſo wird man aus der bisherigen Betrachtung einſehen, daß der Druck, welchen die kleinen Kügelchen durch das Gewicht erhalten, nach allen Seiten fortgepflanzet wird; ſie werden alſo nicht allein gegen den Boden, ſondern auch gegen die Seitenwände und gegen den Deckel drucken. Da man nun auf keine Weiſe annehmen kann, daß die Thellchen einer flüſſigen Materie in vertikalen Reihen über einander liegen; denn die geringſte Bewegung würde dieſe Ordnung, wenn ſie auch ja ein Mahl Statt finden könnte, im Augenblicke aufheben, ſo ſieht man auch ohne alle Umſchweiſe, daß eine jede flüſſige Materie, welche in einem eingeſchloſſenen Gefäße ſich befindet, nach allen möglichen Richtungen drücket, ſo wohl nach unten, zur Seite, als auch nach oben. Um aber die Anzahl dieſer Druckungen, ſo wie die Stärke und Richtung eines jeden Theils zu beſtimmen, müßte man die Anzahl der kleinſten Theilchen nebſt ihrer Größe und Lage gegen einander genau angeben können. Da aber dieß praktiſch unmöglich iſt, ſo kann nun auch weiter nichts ausgemacht werden.

Bey dieſer ganzen Unterſuchung liegt die Vorausſetzung zum Grunde, daß die Theile der flüſſigen Materie unter ſich mit einer äußerſt geringen Kraft zuſammenhängen. Allein es iſt ſchon unter dem Artikel **Cohäſion** gezeiget worden, daß die Natur der Flüſſigkeit keinesweges in einem ſehr ſchwachen Zuſammenhange ihrer Theilchen beſtehe, vielmehr beweiſet die Bildung der Kugelgeſtalt gerade das Gegentheil. Es kann daher unmöglich die Kraft des Widerſtandes die Kraft des Zuſammenhanges der Theile unter ſich ſeyn, wenn ein ſolcher Körper von einem andern einen Druck leidet. Vielmehr hat man Grund anzunehmen, daß die flüſſige Materie keine Anhäufung von kleinen harten Kügelchen iſt, ſondern daß ihr eigentlicher Charakter darin beſtehe, daß ſie, wenn ſie vollkommen flüſſig iſt, ihren Raum mit Continuität ausfüllt, indem auch ihre kleinſten Theilchen einer vollkommenen Berührung fähig ſind. Daraus folgt denn zugleich, daß die flüſſigen Materien in ihren Theilen auch nicht die mindeſte Reibung erleiden. Daher ſind die Theile derſelben eben ſo beweglich wie im leeren Raume. Da aber nach der atomiſtiſchen Lehrart kein Körper ſeinen Raum mit Continuität ausfüllen kann, ſo iſt man ſchlechterdings genöthiget, ſeine Zuflucht hierbey zu der dynamiſchen Lehre zu nehmen.

Nach dieſer Lehre muß die Materie, welche von einer äußern Kraft zur Bewegung angetrieben worden, bewegende Kraft erhalten, um einer andern Materie, welche ihrer Bewegung in der geraden Linie vor ihr im Wege lieget, gleichmäßige Bewegung mitzutheilen. Es kann aber eine Materie, welche in Bewegung iſt, keine bewegende Kraft beſitzen, als bloß vermöge ihrer Zurückſtoßung oder Anziehung, auf welche und mit welchen ſie in ihrer Bewegung unmittelbar wirkt, und dadurch ihre eigene Bewegung einer andern mittheilet, folglich letztere entweder vor ſich hertreibet oder ſie nachſchleppt. So wird z. B. ein Körper auf unſerer Erde von der Maſſe der Erde angezogen, und erlangt dadurch bewegende Kraft, auf andere Körper einen Druck auszuüben, oder, wenn ſie nicht hinlänglich widerſtehen können, ihnen

ſelbſt

ſelbſt Bewegung mitzutheilen. Man ſieht alſo nach der dynamiſchen Lehre wohl ein, wie es zugehe, daß die Materie durch eine Kraft Bewegung erhalte.

Was den widerſtehenden Körper betrifft, ſo kann die Kraft des Widerſtandes, welche der druckenden Kraft entgegengeſetzet iſt, keinesweges die Kraft der Cohäſion ſeyn. Die Möglichkeit der Materie erfordert nothwendig zurückſtoſſende und anziehende Kraft; wenn alſo eine Materie in den Raum, welcher mit anderer Materie angefüllt iſt, einzudringen ſich beſtrebet, ſo widerſtehet ihm bloß die zurückſtoßende Kraft des mit Materie angefüllten Raumes, und es iſt daher ganz allein die zurückſtoßende Kraft das Hinderniß, welches ſich der druckenden Kraft einer andern Materie entgegenſtellet. Daß die Theile einer flüſſigen Materie durch eine noch ſo geringe druckende Kraft aus der Stelle beweget worden, das liegt nicht in dem geringen Zuſammenhange ihrer Theile, ſondern in der Verſchiebbarkeit derſelben. Wie mächtig widerſtehet aber nicht eine in einem cylindriſchen Raume eingeſchloſſene flüſſige Materie dem auf ſie druckenden Stämpel? In Anſehung der feſten oder ſtarren Körper liegt der Grund ihres Widerſtandes der auf ſie druckenden Kraft vorzüglich in der Reibung ihrer Theile, und gar nicht in ihrer Cohäſionskraft.

Die bekannteſten Kräfte, welche einen Druck hervorbringen können, ſind

1. Die thieriſchen Kräfte, welche vermöge der verſchiedenen Theile der Körper nach verſchiedenen Richtungen auf andere Körper drucken, und ſie aus ihren Stellen verdrängen können.

2. Die Schwere oder das Gewicht der Körper, welche nach einer beſtimmten Richtung auf ihre Unterſtützungen einen Druck ausüben.

3. Die zurückſtoßende Kraft oder die Elaſticität der Körper, die Elaſticität mag urſprünglich oder abgeleitet ſeyn. Wenn z. B. eine Maſſe Luft in einen Raum zuſammengepreßt worden, ſo drückt ſie nach allen Seiten gegen die

Wände

Wände des Geſäßes. Auch eine geſpannte Feder druckt gegen andre Körper, indem ſie ſich in ihre vorige Figur wieder zu verſetzen ſtrebet.

Man pflegt den beſtimmten Druck eines Körpers gegen das, was ihn unterſtützet, das Gewicht des Körpers zu nennen, und betrachtet dieß folglich als eine Wirkung der druckenden Kraft. In dieſer Rückſicht kann alſo der Druck, als die Wirkung einer bewegenden Kraft, dem Gewichte gleich geſetzet werden. Es iſt daher im gemeinen Leben auch nicht ungewöhnlich zu ſagen, der Druck einer Maſſe gegen die Fläche, welche demſelben ausgeſetzet iſt, betrage ſo und ſo viel Pfunde. So beträgt z. B. der Druck der Luft auf einen rheinl. Quadratfußfläche 2156 Pfund u. ſ. ſ.

Weil die Theile der feſten Körper wegen ihrer Reibung nicht ſo leicht ſeitwärts ausweichen können, wenn auch die auf ſie druckende Kraft beträchtlich groß iſt, ſo nimmt man auch gemeiniglich an, daß ſich der Druck, welcher gegen die feſten Körper Statt findet, in eben der Richtung fortgepflanzet, nach welcher der Druck geſchiehet. Wenn z. B. auf einem feſten Würfel eine Säule lothrecht ſtehet, ſo pflanzt ſich der Druck durch den Würfel, welchen er von dem Gewichte der Säule leidet, ſenkrecht gegen den Boden fort. Wenn auch die Seitenwände des Würfels mit andern Körpern umſchloſſen würden, ſo werden doch dieſe faſt gar keinen merklichen Druck von dem Gewichte der Säule erleiden.

Bey flüſſigen Materien hingegen findet gar keine Reibung in ihren Theilen Statt, und ſie ſind daher unter ſich eben ſo beweglich wie im leeren Raume. Wenn folglich ein Theil oder etliche Theile durch eine bewegende Kraft einen Druck erleiden, ſo werden auch dieſe Theile von der ganzen Maſſe getrennt und fortbeweget werden. Es folgt daher weiter, daß ein jeder Theil einer flüſſigen Materie von dem darüber und darunter liegenden Theile eben ſo ſtark gedruckt wird, als er ſelbſt die darüber und darunter ſtehenden Theile druckt, wenn die ganze flüſſige Maſſe in Ruhe iſt. Denn wären die Druckungen auf irgend einen Theil in der Maſſe

nach

nach den entgegengeſetzten Richtungen nicht gleich groß, ſo würde ſich auch der Theil nach der Richtung des ſtärkern Drucks hinbewegen, mithin die flüſſige Maſſe nicht in Ruhe ſeyn. Hieraus fließt alſo ohne Zweifel der Satz: Ein jedes in einer flüſſigen Materie befindliches Theilchen, wenn die ganze flüſſige Maſſe in Ruhe iſt, wird nach allen möglichen Richtungen, jedoch nach jeden zwey gerade entgegengeſetzten Richtungen gleich ſtark gedruckt.

Man ſtelle ſich vor, daß ein gewiſſer Theil des in Ruhe befindlichen Waſſers in Grenzen hcik (fig. 101.) auf der einen und blm auf der andern Seite eingeſchloſſen ſey. Das kleine Stück a der eingebildeten Grenze, welche das eingeſchloſſene Waſſer von dem äußern abſondert, wird verſchiedentlich von dem innern und äußern Waſſern gedruckt werden; nichts wird aber a aus ſeiner Stelle treiben können, weil die ganze flüſſige Materie in Ruhe iſt. Man kann alſo annehmen, daß der Druck des eingeſchloſſenen Waſſers gegen a, alſo auch der Gegendruck des äußern Waſſers gegen a ſenkrecht, und jener dieſem gleich ſey. Wäre a ein feſtes Elementartheilchen, ſo würde ſelbiges ebenfalls auf beyden Seiten den Druck des Waſſers aushalten, und a würde wie zuvor unverändert an ſeinem Orte verbleiben. Es muß daher auch die Wirkung der Theile der flüſſigen Materie gegen einander eben ſo wie vorher ſeyn. Wenn auf dieſe Weiſe die ganze vorgeſtellte Grenze hcik aus lauter feſten Elementartheilchen beſtände, welche unter einander nicht verbunden ſind, ſo würde auch dieſes in Anſehung des Drucks der flüſſigen Materie gegen einander gar keine Aenderung machen, folglich würde auch die Geſtalt der Grenze auf keine Weiſe geändert. Wären ſelbſt die feſten Elementartheilchen unter einander verbunden, ſo würden auch hier die Theile des Waſſers auf die nämliche Art gegen einander wirken. Demnach könnte man den Druck des äußern Waſſers wegnehmen, und es würde im innern eingeſchloſſenen Waſſer gar keine Veränderung vorgehen, wenn nur die Grenze feſt genug iſt, ſelbiges zu erhalten. Weil ſich nun alles dieſes auch auf lbm anwenden

läßt,

läßt, ſo ſieht man leicht, daß in dem innern Waſſer gar nichts geändert wird, wenn haikmbl eine feſte Röhre iſt. Die Wände der feſten Röhre thun nämlich eben das, was der Druck des äußern Waſſers thut, nur mit dem Unterſchiede, daß jene nicht wie dieſes gegen das in der Röhre befindliche Waſſer drucken, ſondern nur verurſachen, daß das innere Waſſer gar keiner Veränderung unterworfen iſt, ob es gleich ſelbige noch eben ſo genau druckt, als es gegen das äußere Waſſer druckte. Hieraus folgt nun der allgemeine Satz; in einem jeden irregulären auf beyden Seiten aufwärts gebogenen Gefäße, von welcher Geſtalt es auch ſey, kann einerley flüſſige Materie nur alsdann in Ruhe kommen, wenn die Oberfläche in beyden Schenkeln in einerley wagrechten Ebene ſich befindet. M. ſ. **Röhren, communicirende.**

Wenn ein gerades cylindriſches oder prismatiſches Gefäß voll Waſſer geſchüttet wird, ſo leidet der Boden desſelben einen Druck, welcher dem ganzen Gewichte des im Gefäße befindlichen Waſſers gleich iſt. Man findet alſo ſehr leicht das Gewicht eines ſolchen Waſſerkörpers, wenn man die Grundfläche desſelben mit der Höhe multipliciret, und dieſes Produkt noch mit dem Gewichte eines Cubikfußes Waſſers oder Cubikzolles des Waſſers multipliciret, nachdem der körperliche Inhalt des Waſſerkörpers in Cubikfüßen oder Cubikzollen gefunden iſt. Ein rheinländiſcher Cubikfuß Waſſer wiegt im cöllniſchen Gewichte 66 Pfund, und ein Duodecimalcubikzoll 266 Grän, ein Decimalcubikzoll aber 506 Grän. Hätte alſo die Grundfläche eines prismatiſchen Gefäßes 6 rheinl. Quadratfuß, und die Höhe = 4′, ſo würde der Druck des in ſelbigem befindlichen Waſſers gegen den Boden des Gefäßes = 6. 4. 66 = 1584 Pfund ſeyn.

Wenn mit dem Boden des cylindriſchen Gefäßes (fig. 102.) fbcd die Röhre cbad verbunden, und mit Waſſer ſo weit vollgefüllt iſt, daß die Oberfläche desſelben ad in der erweiterten horizontalen Ebene ef befindlich iſt; ſo druckt auch dieſes den Boden bc eben ſo ſtark, als die Waſſerſäule

fbcd

fbcd denſelben druckt. Verbindet man mit dem Boden bc noch eine andere Röhre cbfg, in welche ebenfalls Waſſer bis zur horizontalen Oberfläche eg geſchüttet worden, ſo druckt auch dieſes gegen bc eben ſo ſtark, als es die Waſſerſäule ecbf thut. Wenn alſo ein Gefäß, von welcher Geſtalt es auch ſey, einen horizontalen ebenen Boden hat, ſo daß der Druck des Waſſers, welchen dieſer Boden leidet, alle Mahl ſo groß, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dem Boden des Gefäßes, und deren Höhe der lothrechten Höhe des Waſſers bis zum Waſſerſpiegel im Gefäße gleich iſt: ſo kann man mit wenig Waſſer einen ſehr ſtarken Druck zu Wege bringen. Denn es ſey (fig. 103.) edc eine enge ſenkrechte Röhre, welche mit einer kurzen aber ſehr weiten abcf verbunden iſt, ſo daß aus der einen in die andre frey Waſſer treten kann. Wird nun die Röhre abcf voll Waſſer geſchüttet, ſo wird es auch, wenn alles ruhig iſt, in der engen Röhre eben ſo hoch ſtehen. Verſchließt man nun die weite Röhre mit dem Deckel af, und ſchüttet die enge Röhre bis zur Höhe e oder noch höher mit Waſſer voll, ſo wird der Deckel einem Drucke ausgeſetzet ſeyn, welcher dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche af, und deren Höhe = ie = ag iſt. Auf dieſen Gründen beruht die Einrichtung des anatomiſchen Hebers (m. ſ. **Heber, anatomiſchen**).

Auch gründet ſich hierauf eine Einrichtung, welche **'s Graveſand** *) unter dem Nahmen follis hydroſtaticus angegeben hat. Es ſind nämlich die Seitenwände (fig. 104.) dc und ab des Gefäßes abcd von Leder, damit der feſte Deckel da gehoben werden könne, ohne daß das Waſſer ausläuft. Auf de und ea kann man nun Gewichte ſtellen. Weniges Waſſer in die Oeffnung f über e hinaus geſchüttet, kann alsdann den Deckel mit den ſchweren Gewichten heben.

Wenn

*) Phyſices elementa mathematica §. 729. *Krafft* praelect. phyſic. T. II. §. 99.

Wenn in irgend einem Gefäße Waſſer ſich befindet, ſo leidet ein jedes Element der Seitenwand desſelben einen Druck, welcher ſo groß iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dem gedruckten Elemente gleich, und deren Höhe ſo groß als die Entfernung des Elements von der Oberfläche des Waſſers iſt. Es ſey a e h b (fig. 105.) ein Gefäß von willkürlicher Geſtalt, welches bis a b voll Waſſer gefüllt iſt, ſo kann man ſich vorſtellen, daß von außen eine Röhre, deren Weite dem Elemente an der Seitenwand des Gefäßes gleich iſt, auf die Wand des Gefäßes ſenkrecht geſetzet worden, welche ſich bis an die Oberfläche des Waſſers im Gefäße erſtreckt. Eine ſolche Röhre kann nun vorzüglich drey Lagen haben, ſie kann nämlich erſtlich über dem Horizonte, zweytens mit dem Horizonte parallel und drittens unter dem Horizonte liegen. In Anſehung des erſten Falles ſey c d ſenkrecht auf die äußere Fläche des Gefäßes geſetzt, ſo kann das Waſſer in der Röhre nicht in Ruhe kommen, als bis es zur erweiterten Horizontalfläche des Waſſers a b geſtiegen iſt; alsdann leidet aber das Element c einen Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als das Element, und deren Höhe der Höhe des Elements von der Oberfläche des Waſſers gleich iſt; aber eben ſo groß iſt auch der Gegendruck des Waſſers im Gefäße; folglich muß auch das Element c einen ſo großen Druck ausſtehen. In Anſehung des zweyten Falles ſey e f mit dem Horizonte parallel, und auf der Seite des Gefäßes ſenkrecht, dieſe Röhre ſey noch mit der ſenkrechten f g verbunden, ſo daß die ganze Röhre e f g die Weite des Elementes e beſitzet. Wenn nun das Waſſer aus dem Gefäße in dieſe Röhre treten kann, ſo wird das Waſſer alsdann in Ruhe ſeyn, wenn es in der Röhre in der horizontalen Ebene g b ſich befindet. Man ſtelle ſich die horizontale Grundfläche bey f vor, ſo leidet f einen Druck, welcher dem Gewicht der Waſſerſäule f g gleich iſt. Soll nun f nicht weichen, ſo muß es einen eben ſo großen Gegendruck ausſtehen, als es unterwärts druckt; das Waſſer in der horizontalen

Röhre e f iſt für ſich nicht vermögend einen ſo ſtarken Gegendruck auszuüben, aber wohl einen leidenden Druck fortzupflanzen. Nun iſt kein ſolcher Druck zu gedenken, außer demjenigen, welchen es bey e von dem innern Waſſer leidet; dieſer Druck muß alſo durch die horizontale Röhre e f fortgeführet werden, und gegen f eben ſo ſtark entgegendrucken; als das Waſſer über f unterwärts druckt. In Anſehung des dritten Falles ſey die Röhre k m i auf der Wand des Gefäßes ſenkrecht, und mit der ſenkrechten Röhre i k verbunden. Wenn nun i mit dem Elemente h in einerley horizontalen Ebene liegt, ſo leidet i einen Druck, welcher dem Gewicht des Waſſers über i bis zur horizontalen Ebene a k gleich iſt. Soll nun i nicht weichen, ſo muß es auch einen eben ſo großen Gegendruck nach unten ausſtehen. Dieſer Gegendruck wird eben ſo wie im zweyten Falle von dem Drucke des im Gefäße befindlichen Waſſers gegen das Element h durch die Röhre h m i fortgepflanzet.

Wenn der Boden eines Gefäßes wagerecht iſt, ſo leidet derſelbe einen von dem in ſelbigem befindlichen Waſſer gleichförmig darüber vertheilten Druck. Man gedenke ſich nämlich den Boden in ſeine Elemente getheilet vor, ſo ſtehet ein jedes Element wie f (fig. 106.) einen Druck aus, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als das Element, und deren Höhe der Höhe des Elementes bis zur Oberfläche des Waſſers gleich iſt. Es ſey die ganze Waſſermaſſe a b c d mittelſt der wagerechten Ebenen k l, m n, o p u. ſ. in mehrere Schichten von unendlich kleinen Höhen eingetheilet, ſo leidet jeder Schnitt, wie i, h, g u. ſ. von den in der Röhre e f darüber ſtehenden Waſſertheilchen für ſich einen Druck, welcher von ihren Gewichten herrühret. Ein jeder ſolcher Druck aber pflanzt ſich gegen den nächſtfolgenden Querſchnitt nach dem Geſetz der Stetigkeit fort, und vermehret den Druck, welchen h für ſich ſchon hatte wegen des Gewichts der darüber liegenden Waſſertheilchen. Es leidet nämlich h nun einen Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche dem Ele-

mente h gleich iſt, und deren Höhe = hi + ie. Es muß folglich der Druck des Waſſers gegen ein Theilchen der innern Wand des Gefäßes deſto größer werden, je tiefer es unter der Oberfläche des Waſſers liegt.

Es ſey afpq (fig. 107.) ein Gefäß von willkürlicher Geſtalt, welches bis zur Höhe aq voll Waſſer geſchüttet worden. Man nehme ein ſehr kleines Stück df an der innern Wand des Gefäßes an, welches alſo, wenn es ſehr ſchmal iſt, als eine gerade Linie betrachtet werden kann. Dieſes Element df leidet von dem innern Waſſer einen ſenkrechten Druck nach der Richtung dg, und wenn dg = dn = der ſenkrechten Höhe des Elementes df von dem obern Waſſerſpiegel, ſo iſt dieſer Druck ſo groß als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren körperlicher Inhalt = df. dg iſt. Es iſt ferner di lothrecht und dh wagerecht, auch außerdem hg mit di und ig mit hd parallel, und es zerlegt ſich der ſenkrechte Druck nach der Richtung gd in die beyden Seitendrücke nach den Richtungen di und dh, und es verhält ſich der ſenkrechte Druck nach der Richtung gd zum vertikalen Druck nach der Richtung di = gd : di. Durch d ziehe man nun noch de auf fe ſenkrecht, ſo iſt das Dreyeck gdi ähnlich dem Dreyecke dfe, folglich verhält ſich dg : di = df : de, und daher der ſenkrechte Druck nach gd zu dem vertikalen nach di wie df : de. Weil nun der auf ef ſenkrechte Druck = df . dg, ſo hat man auch df : de = df . dg: zum ſenkrechten Druck nach der Richtung di, alſo iſt dieſer Druck = de . dg = de . dn, weil dg = dn. Zieht man ferner auf das Element bc die ſenkrechte Linie bk = bn, und verzeichnet das Parallelogramm klbm, ſo iſt der Druck gegen bc ſo groß als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren körperlicher Inhalt = bo . bk iſt. Daraus entſtehet nun gegen die innere Wand des Gefäßes ein lothrecht auswärts gerichteter Druck, welcher dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren körperlicher Inhalt = bo . bk. Dieſer Druck vermindert alſo den vorhin gefundenen lothrechten Druck nach der Richtung di, und man

findet

findet daher den geſammten Druck, womit df vertikal gepreßt wird, dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, deren körperlicher Inhalt = de . dg — bo . bk = de . db, und dieß iſt der Inhalt der Säule boed. Weil aber df und bc ſo klein hier angenommen werden können, daß die Säule bode von der Säule cbdf in nichts verſchieden iſt, ſo ſieht man ein, daß der lothrechte Druck, welchen das Element df von dem innern Waſſer ausſtehen muß, dem Gewicht der Säule dbcf gleich iſt. Weil nun die ganze Waſſermaſſe im Gefäße in dergleichen Waſſerſäulen eingetheilet werden kann, ſo iſt klar, daß der geſammte Druck, welchen die Wand des Gefäßes nach vertikaler Richtung leidet, dem ganzen Gewichte der in ſelbigem befindlichen Waſſermaſſe gleich iſt. Würde man alſo das Gefäß mit dem darin befindlichen Waſſer an den Arm eines Wagebalkens aufhängen, ſo brauchte das Gegengewicht nicht größer zu ſeyn, als das Gewicht des Gefäßes und des Waſſers zuſammengenommen. Man muß daher den Druck, welchen die innere Wand des Gefäßes leidet, ſehr wohl von dem Gewichte des Waſſers ſelbſt unterſcheiden; denn jener kann mehr als dieſer betragen.

Wenn in einem Gefäße abcd (fig. 108.) Waſſer ſich befindet, und völlig in Ruhe iſt, ſo wird ſolches vermöge der Schwere, ſo bald ein Loch in den Boden des Gefäßes gemacht worden, ausfließen, und zwar mit einer Geſchwindigkeit, welche ein ſchwerer Körper erlangen würde, wenn er von einer Höhe herabfiele, welche der Waſſerhöhe im Gefäße gleich iſt. Es ſey nämlich f ein Waſſertheilchen in der Oeffnung am Boden des Gefäßes, ſo leidet dieß einen Druck, welcher ſo groß iſt, als das Gewicht einer Waſſerſäule, deren Grundfläche dem Querſchnitte der Sphäre des Waſſertheilchens, und deren Höhe der Höhe des Waſſers im Gefäße gleich iſt. Dieſer Druck aber entſteht von der Schwere der Waſſertheilchen, welche über f in der vertikalen Höhe fe bis zur Oberfläche des Waſſers liegen. Das oberſte Waſſertheilchen e druckt das unmittelbar darunter liegende, und

theilet daher außer ihrer eigenen Schwere eine neue Kraft mit, welche der unmittelbare Druck verurſachet; folglich will es nun mit doppelter Kraft ſinken; das nächſtfolgende Theilchen aber verhindert dieſes Sinken, und empfängt wiederum außer der Schwere desſelben eine neue Kraft, welche doppelt ſo groß iſt, als die, welche das zweyte Theilchen von dem Druck der Schwere erhielt, demnach beſtrebet ſich dieſes dritte Theilchen mit einer dreyfach ſo großen Kraft angetrieben, ſich ſenkrecht herabzubewegen, welche nämlich von der Summe der Drücke der darüber liegenden Waſſertheilchen herrühret. Es muß demnach die Summe der Drücke aller Waſſertheilchen dem unmittelbar darunter liegenden eine Geſchwindigkeit mittheilen, welche es erhalten würde, wenn es von eben der Höhe frey herabgefallen wäre. Folglich wird auch das Theilchen f in der Oeffnung eine Geſchwindigkeit erhalten haben, die eben ſo groß iſt, als wenn es von e bis f frey herabgefallen wäre. Weil nun das von allen Waſſertheilchen gilt, welche in der untern Oeffnung ſich befinden, ſo muß das Waſſer durch ſelbige mit der benannten Geſchwindigkeit abfließen.

Alles dieß gilt nicht allein von ſolchen Gefäßen, bey welchen die Oeffnung im Boden ſich befindet, welcher wagerecht liegt, ſondern auch, wenn ſie ſeitwärts, wo man will, angebracht iſt. In dieſen Fällen wird das Waſſer mit einer deſto größern Geſchwindigkeit hervorſpringen, je näher die Oeffnung dem Boden des Gefäßes iſt. Denn die Urſache der Bewegung des Waſſers aus den Oeffnungen des Gefäßes rührt von dem Druck des Waſſers her, und dieſer muß bloß nach der Waſſerhöhe beurtheilet werden. Der Waſſerſtrahl, welcher aus der Seitenöffnung eines Gefäßes herausſpringt, wird einen krummlinigen Weg bilden, welchen man in der höhern Geometrie eine Parabel nennt.

Auf den Druck des Waſſers gegen den Boden und gegen die Seitenwände des Gefäßes gründen ſich noch verſchiedene andere Phänomene:

1. eine leere verſtopfte dünne gläſerne Bouteille, deren Seitenflächen eben ſind, zerbricht durch den Seitendruck des Waſſers, wenn ſie in ſelbiges tief genug eingetaucht wird.

2. Wenn eine mit Waſſer gefüllte Blaſe an dem Ende einer langen Glasröhre ſo gebunden wird, daß das Waſſer aus ſelbiger in die Glasröhre treten kann, wenn ſie gedruckt wird, ſo wird das Waſſer in der Blaſe deſto höher in die gläſerne Röhre aufſteigen, je tiefer ſelbige ins Waſſer eingetauchet wird.

3. Auch gründet ſich hierauf die Einrichtung einer von **Segner** erfundenen hydrauliſchen Maſchine, welche durch den Seitendruck des Waſſers in Bewegung geſetzet wird. M. ſ. **Segners hydrauliſche Maſchine.**

Aus allen dieſen bisherigen Sätzen erhellet zur Genüge, daß die flüſſigen Materien nach allen nur möglichen Richtungen einen Druck ausüben; nach unten, nach der Seite und nach oben.

Verſuche, welche den Druck flüſſiger Materien erläutern, und dazu gehörige Maſchinen findet man beſchrieben von **Wolf** *).

M. ſ. **Karſten** Lehrbegriff der geſammten Mathematik Th. III. Hydroſtatik. Abſchn. II.

Druckwerk, Druckpumpe, Appreſſionspumpe (Antlia eleuatoria vel compreſſoria, pompe foulante) iſt eine Pumpe, worin ein Stämpel vermittelſt einer Zugſtange auf und nieder beweget werden kann, um das Waſſer entweder ſelbſt in der Pumpenröhre oder in einer andern damit verbundenen Röhre in die Höhe zu treiben.

Es ſey (fig. 109.) a b c d eine Pumpenröhre, welche ſenkrecht im Waſſer ſteht, und unten in der Oeffnung k des Bodens mit einer Klappe oder Ventil verſehen, ſo dringt durch dieſe das Waſſer von ſelbſt, wenn der Stämpel f g hinaufgezogen wird, in die Pumpenröhre, bis es in ſelbiger eben ſo hoch ſtehet, als es außerhalb der Röhre ſtehet. Mit einem ähnlichen Ventile iſt auch der durchbohrte Stämpel oder Kol-

 ben

*) Nützliche Verſuche Th. I. Cap. 3.

ben verſehen. Die Pumpenröhre, in welchem der Kolben auf- und niederſpielet, wird auch der **Stiefel** genannt. Wenn dieſer Stiefel unter dem Waſſer ſo tief ſtehet, daß auch der Kolben noch in ſeinem niedrigſten Stande unter der Oberfläche des Waſſers ſich befindet, ſo iſt alsdann eine ſolche Pumpe eine gemeine Waſſerpumpe. So bald nun der Stämpel in die Höhe gezogen wird, ſo eröffnet ſich die Klappe e, und es dringt Waſſer in den Stiefel; druckt man ihn aber zurück, ſo verſchließt ſich das Ventil e, und das Waſſer muß die Klappe am durchbohrten Kolben öffnen, und in dem Stiefel in die Höhe ſteigen. Geſchiehet ein neuer Kolbenzug, ſo ſucht das über fg hinaufgetretene Waſſer vermöge ſeiner Schwere zurück zu fallen; weil ſich aber alsdann die Klappe an dem Kolben verſchließt, ſo kann es nicht wieder zurück, und es wird von neuem durch das Ventil e in den Stiefel Waſſer treten. Spielt auf dieſe Weiſe der Kolben eine Zeit lang ununterbrochen auf und nieder, ſo ſieht man leicht, daß hierdurch Waſſer in die Höhe gehoben wird, und durch eine in dem Stiefel angebrachte Ausgußröhre abfließen muß. Es iſt aber eben nicht nothwendig, daß der Kolben in ſeinem niedrigſten Stande unter der Oberfläche des Waſſers ſich befinde, vielmehr kann er eine anſehnliche Strecke über ſelbiger ſeyn. In dieſem Falle treibt nun der Druck der Atmoſphäre auf die Oberfläche des Waſſers ſelbiges in die Röhre, wenn der Kolben höher gehoben, und hierdurch die unter dem Kolben befindliche Luft verdünnt worden. Iſt alsdann über dem Kolben noch eine beträchtliche Höhe, ehe das darüber aufgetriebene Waſſer durch die Ausgußröhre ausläuft, ſo nennt man alsdann dieſe Einrichtung ein vereinbartes **Saug- und Druckwerk**.

Wenn das Waſſer, welches in den Stiefel getreten iſt, vermittelſt des Kolbens in eine andere mit dem Stiefel verbundene Röhre in die Höhe gepreßt wird, ſo heißt eigentlich eine ſolche Pumpe ein **Druckwerk**. Dem in die Höhe gezogenen Kolben f (fig. 110.) folgt das Waſſer, wie bey den gewöhnlichen Pumpen, und tritt in den Stiefel; beym Rück-

ſtoß des Stämpels aber verſchließt ſich die Klappe e, und das Waſſer kann nicht anders ausweichen, als durch die ſo genannte Knieröhre g h i, welche ebenfalls bey g mit einem Ventil verſehen iſt, wo es ſodann durch den Druck des Kolbens in die Höhe getrieben wird. Will man mittelſt eines Druckwerkes einen freyſpringenden Waſſerſtrahl zu Stande bringen, ſo würde alsdann die Höhe, welche er erreichen könnte, wenn außer der Schwere ihn nichts verzögerte, ſo groß ſeyn, als die Höhe einer Waſſerſäule über der Grundfläche des Kolbens, deren Gewicht der Kraft gleich iſt, welche den Stämpel gegen die Waſſerfläche preßt. Denn wenn eine Kraft den Kolben gegen die Waſſerfläche f preßt, ſo muß die Wirkung eben ſo ſeyn, als wenn der Stiefel höher wäre, und das Waſſer in ſelbigem ſo hoch ſtände, daß es vermöge ſeines Gewichtes gegen f einen Druck ausübet, welcher dem Druck jener Kraft gleich iſt. Wäre der Stiefel ſo hoch, daß das Waſſer bis m k treten könnte, ſo würde die Fläche f einen Druck von der darüber ſtehenden Waſſerſäule leiden; dieſer Druck würde nun verurſachen, daß der ſpringende Waſſerſtrahl die Höhe i l erreichte, wenn ſelbigen außer der Schwere nichts verzögerte. Daraus folgt, daß der Druck des Stämpels, welcher von der Kraft herrühret, und ſo groß iſt, als der Druck der Waſſerſäule, den Waſſerſtrahl eben ſo hoch treiben würde. Wenn es daher beſtimmt iſt, wie hoch der Strahl in der freyen Luft vermittelſt eines Druckwerks getrieben werden ſoll, ſo läßt ſich auch die Kraft finden, welche den Kolben gegen das Waſſer preſſen muß. Wäre nämlich die Höhe, welche der ſpringende Waſſerſtrahl erreichen ſoll, $= b$, und die Höhe, welche der Geſchwindigkeit des aus der Oeffnung ausſpringenden Waſſerſtrahls zugehöret, $= \alpha$, ſo wird aus den vielfältigen Verſuchen des Mariotte *) erfordert, daß $\alpha = b + \frac{b^2}{300}$ ſey. Hat man nun dieſe Höhe

Zz 5 gefunden,

*) Traité du mouvement des eaux in den Oeuv. *de Mariotte* T. II. P. IV. diſc. I. überſ. Grundlehren der Hydroſtatik und Hydraulik, von D. Meinig. Leipz. 1723. 8.

gefunden, ſo ſucht man das Gewicht eines Waſſerprisma, deſſen Grundfläche der Grundfläche des Kolbens, und deſſen Höhe der Höhe a gleich iſt; eben ſo groß wird die geſuchte Kraft ſeyn müſſen.

Z. B. es ſey der Durchmeſſer des Stiefels = 8 Zoll = $\frac{2}{3}$ Fuß, ſo iſt der Flächeninhalt des Querſchnittes des Stiefels oder der Grundfläche des Kolbens = 0,349 Quadratfuß. Soll nun der Waſſerſtrahl 50 Fuß hoch ſteigen, ſo wird $a = 50 + \frac{2500}{300} = 58$ Fuß. Multipliciret man alſo dieſe Höhe mit 0,349, ſo findet man 20,42 Cubikfuß als den kubiſchen Inhalt einer Waſſerſäule, deren Gewicht der gegen den Kolben drückenden Kraft gleich iſt. Multipliciret man nun dieſe mit 66, ſo ergibt ſich 1336 Pfund für die geſuchte Kraft.

Will man nur vermittelſt eines Drucks das Waſſer nöthigen, daß es in der Steigröhre in die Höhe getrieben, und alsdann oben zum anderweitigen Gebrauch abfließen ſoll, ſo wird eine Kraft, welche gegen den Kolben druckt, mit dem in der Steigröhre befindlichen Waſſer im Gleichgewichte ſeyn, wenn ſie dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich iſt, deren Grundfläche ſo groß als die Grundfläche des Kolbens, und deren Höhe mit der Höhe der Ausgußöffnung von der Grundfläche des Kolbens einerley iſt. Wenn aber das Waſſer wirklich in Bewegung kommen ſoll, ſo wird eine größere Kraft erfordert. Um wie viel aber dieſe Kraft größer ſeyn müſſe, das hängt von der Geſchwindigkeit des Kolbens, von der Länge der Steigröhre und von dem Verhältniſſe der Querſchnitte des Stiefels und der Steigröhre ab. Geht die Bewegung des Stämpels langſam von Statten, und iſt die Steigröhre nicht zu eng, ſo beträgt der Ueberſchuß der Kraft über die, welche zum Gleichgewichte erfordert wird, etwas Weniges. Aus dieſem Grunde pflegt man alles ſo anzuordnen, daß der Durchmeſſer des Querſchnittes der Steigröhre ungefähr $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ von dem Durchmeſſer des Querſchnittes des Kolbens betrage.

Bey dieſer Einrichtung der Druckwerke preßt der Kolben nur beym Herniedergehen Waſſer in die Steigröhre, im Herauſſteigen aber findet ein Stillſtand Statt. Um nun beym Auf- und Niederſpielen des Kolbens Waſſer in die Steigröhre zu treiben, ſo pflegt man zwey Druckwerke ſo mit einander zu verbinden, daß der eine Kolben in die Höhe ſteigt, wenn der andere Kolben niedergehet. Beyde Stiefel können alsdann mit ein und der nämlichen Steigröhre verbunden ſeyn, wobey nur ein jeder ſeine eigene Knieröhre und Ventil haben muß. Eine ſolche Einrichtung nennt man ein **gedoppeltes Druckwerk.** Sie war ſchon den Alten bekannt, und **Vitruv** [α]) gibt den **Cteſibius** als Erfinder derſelben an, welcher etwa 150 Jahr vor Chriſti Geburt zu Alexandrien lebte, woher ſie auch machina Cteſibiana genannt wird.

Vollſtändige Beſchreibungen und Abbildungen von verſchiedenen Druckwerken findet man bey **Leupold** [β]) und **Belidor** [γ]), und ausführliche Berechnungen bey **Karſten** [δ]).

Eine der größten Maſchinen, welche je aus Druckwerken zuſammengeſetzet iſt, iſt die zu **Marly**, welche **Leupold**, **Belidor** und **Weidler** [ε]) beſchrieben haben. Der König **Ludwig** XIV. ließ ſie erbauen, um die Gärten zu Verſailles, Marly und Trianon mit Waſſer aus der Seine zu verſehen. Sie ſoll mehr als 8 Millionen Livres gekoſtet haben, bey deren Erbauung 1800 Menſchen 7 Jahre lang gearbeitet haben, welche an Materialien 1700000 Pfund Kupfer, eben ſo viel Bley, 20 Mahl ſo viel Eiſen, und 100 Mahl ſo viel Holz erfordert hat, die übrigen zu den ſteinernen Pfeilern und Schwibbögen der damit verbundenen Waſſerleitung gebrauchten Materialien ungerechnet. Dieſe Maſchine wird durch 14 unterſchlächtige Waſſerräder getrieben, welche in einem

Arm

α) De architectura. X. 12.

β) Theatrum machinar. hydraulic. Th. I. Cap. 12. S. 108 f. Th. II. Cap. 10. S. 110 f.

γ) Architect. hydraul. Buch III. Cap. 3. §. 870 f.

δ) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Theil V. Hydraulik. Abſchn. 24 bis 32.

ε) Tract. de machinis hydraulicis toto terrarum orbe maximis, Marlienſi et Londinenſi. Viteb. 1733. 4.

Arm der Seine hängen; dieſe dienen, im Ganzen genommen, dazu, um das Waſſer aus dem Fluſſe auf den Boden eines Thurmes hinauf zu treiben, von welchem es nachher in einer von Steinen aufgeführten Waſſerleitung in die genannten Gärten gebracht wird. Der Behälter auf dem Boden des Thurmes liegt 502 Fuß höher, als der Fluß, und iſt von ihm 614 Toiſen, alſo 3684 Fuß weit entfernet. Der Baumeiſter, Nahmens **Rannequin**, aus dem Lüttichiſchen, welcher dem Miniſter **Colbert** durch einen Lüttiche von Adel, Nahmens **de Ville**, empfohlen war, ſahe ein, daß es unmöglich ſeyn würde, das Waſſer in ununterbrochenen Leitröhren auf dieſe Höhe zu bringen. Daher theilte er die ganze Strecke längs der Anhöhe, welche das Waſſer hinanſteigen ſollte, in drey Abſätze. In einer Höhe von 150 Fuß über dem Fluſſe wurden zwey Schöpfbehälter neben einander angeleget, welche von den Waſſerrädern 100 Toiſen weit entfernet ſind. In einer Höhe von 175 Fuß über den beyden erſten Schöpfbehältern wurden zwey andere angeleget, welche 224 Toiſen weit von den erſten Schöpfbehältern, alſo 324 Toiſen weit vom Fluſſe entfernet ſind. Die von Mauerwerk aufgeführte Waſſerleitung iſt 330 Ruthen lang, und hat 36 Schwibbögen. Mit den 14 Waſſerrädern ſind nun erſtlich unmittelbar über dem Fluſſe 64 Druckwerke mit zugehörigen Saugröhren verbunden, welche das Waſſer aus dem Fluſſe ſchöpfen und durch Leitröhren in die erſten 150 Fuß hoch erhabenen Schöpfbehälter hinaufdrucken. Aus dieſen Behältern wird das Waſſer in die folgenden Schöpfbehälter durch Druckpumpen, welche von einem Feldgeſtänge in Bewegung geſetzet werden, hinaufgedruckt u. ſ. f. Hieraus wird man ſich nur einen geringen Begriff von der Größe und Weitläuftigkeit dieſer Druckwerke machen können, welche übrigens nach den Berechnungen des Herrn **Karſten** bey weitem nicht die vollkommenſte Einrichtung gehabt haben, und wovon auch nur ein ſehr geringer Theil noch gangbar iſt.

Die Einrichtung der Druckwerke, mittelſt ſelbiger einen frey ſpringenden Strahl zu Wege zu bringen, wird mit vie-

lem Vortheile bey den genugſam bekannten Feuerſpritzen gebraucht. Bey dieſen iſt das Ausgußrohr beweglich, ſo daß man nach allen möglichen Richtungen Waſſer hinbringen kann. Wenn ein einfaches Druckwerk ſo eingerichtet iſt, daß eine einzige Perſon ſelbiges regieren kann, ſo nennt man es eine **Handſpritze.** Bey großen Feuerſpritzen ſind gewöhnlich doppelte Druckwerke angebracht, deren Knieröhren ſich in einem einzigen Ausgußrohre vereinigen. Dadurch wird zwar zu Wege gebracht, daß bey Niederdrückung des einen Kolbens der andere gehoben, und daher beſtändig aus der Gußröhre Waſſer in die freye Luft getrieben wird; allein beym Anfange des Wechſels der Kolben wird doch das Ausgießen des Waſſers auf einen Augenblick unterbrochen. Um nun dieſes gänzlich zu vermeiden, verſieht man die Feuerſpritze noch mit einem **Windkeſſel,** einem kupfernen luftdichten Gefäße, worin die Knieröhren beyder Stiefeln gehen, und mit deſſen unterm Theile das Gußrohr verbunden iſt. Das in dieſem Keſſel getriebene Waſſer druckt die Luft in dem obern Theile desſelben zuſammen, und dieſe preßt alsdann vermöge ihrer Elaſticität das Waſſer zur Gußröhre hinaus. Iſt das Gußrohr ganz von Metall, ſo nennt man die Maſchine eine **Gibelſpritze;** beſteht es aber aus einem ledernen oder leinenen Schlauche, welcher nur am Ende ein kleines metallenes Gußrohr beſitzet; ſo heißt die Maſchine eine **Schlauch-** oder **Schlangenſpritze.**

Von den Feuerſpritzen handeln insbeſondere **Karſten** α), **Klügel** β) und **Heſſe** γ).

Dünn, locker (rarum, rare) iſt ein Ausdruck, welcher einen bloßen relativen Begriff ausdrückt, indem man nicht ſagen kann, ein Körper ſey für ſich dünn oder locker, ſondern nur, er ſey dünner oder lockerer als ein anderer. Nach

α) Ueber die vortheilhafteſten Anordnungen der Feuerſpritzen. Greifswald, 1773. 8.

β) Von der beſten Anordnung der Feuerſpritzen zum Gebrauch des platten Landes. Berlin, 1774. 8.

γ) Praktiſche Abhandlung zur Verbeſſerung der Feuerſpritzen. Gotha, 1778. 8.

Nach dem atomiſtiſchen Syſtem heißt derjenige Körper dünner oder lockerer, als der andere, wenn er bey einerley Raume weniger Materie alſo mehrere Zwiſchenräume, als der andere enthält. Auf dieſe Art ſagt man, Waſſer ſey dünner als Queckſilber, weil ein Cubikfuß Waſſer weniger wiegt als ein Cubikfuß Queckſilber, mithin jenes weniger Materie als dieſes beſitzet. Das Wort locker wird eigentlich nur bey feſten Körpern gebraucht, dünn aber bey flüſſigen.

Nach dem dynamiſchen Syſteme aber, bey welchen es bloß auf den beſtimmten Grad der Erfüllung des Raumes ankömmt, kann ein Körper dünn genannt werden, und doch ſeinen Raum ganz ausfüllen, und gleichwohl im Verhältniſſe mit einem andern Körper nicht ſo dicht, folglich dünner als der andere ſeyn. So füllt z. B. Waſſer den Raum mit Stetigkeit aus, und gleich wohl iſt es im Verhältniſſe mit dem Golde dünner als dieſes zu nennen, wenn auch dieſes den Raum nicht mit Stetigkeit ausfüllte.

In einer andern Bedeutung wird auch das Wort **dünn** als ein Beywort eines Körpers genommen, indem man bloß darunter die geringe Dicke des Körpers verſteht, wie z. B. dünnes Blech, dünnes Papier.

Dünſte ſ. **Dampf.**

Dunkele Körper (corpora obſcura, non lucentia, opaca, corps opaques) ſind diejenigen Körper, welche an und für ſich kein Licht in unſer Auge ſenden können, ſondern von den leuchtenden Körpern erſt Licht empfangen, oder davon erleuchtet werden. So ſind z. B. unſere Erde der Mond u. ſ. dunkle Körper, welche erſt von der Sonne erleuchtet werden, und alsdann erſt Licht in unſer Auge ſenden. Es können auch die erleuchteten Körper andere dunkele Körper wieder erleuchten, indem ſie das von leuchtenden Körpern empfangene Licht auf andere dunkele Körper zurückwerfen. So wird z. B. von dem Mondenlichte unſere Erde erleuchtet, indem der Mond das von der Sonne empfangene Licht auf unſere Erde zurückwirft.

Dunſtbläschen ſ. Dampf.

Dunſtkreis, Dunſtkugel ſ. Luftkreis.

Duplikator der Elektricität ſ. Elektricitätsverdoppler.

Durchgangsfernrohr ſ. Culmination.

Durchdringlichkeit (permeabilitas, permeabilité) iſt die Eigenſchaft der Materie, andere Materie durch ſelbige durchzulaſſen. Nach dem atomiſtiſchen Syſteme, nach welchem Materie an und für ſich abſolut undurchdringlich iſt, kann keine Materie andere Materie durchdringen, als nur in wie fern dieſe Materie leere Zwiſchenräume hat, durch welche Materie hindurch gehet. Allein es bleibt hier bey vielen Körpern ganz unerklärbar, auf welche Weiſe Materie durch ſelbige gehen könne. So iſt es z. B. gar nicht einzuſehen, wie das Licht durch durchſichtige Körper durchdringen könne, da ſelbſt die durchſichtigen Körper oftmahls die härteſten ſind, und den Raum, den ſie einnehmen, vollkommen auszufüllen ſcheinen, und auch wirklich vollkommen ausfüllen, wie z. B. vollkommen flüſſiges reines Waſſer.

Nach dem dynamiſchen Syſteme, nach welchem die Materie nicht abſolut undurchdringlich iſt, muß man folgenden Unterſchied machen: Es ſoll die Materie des einen Körpers durch die Kraft einer andern bewegten Materie in einen engen Raum zuſammengepreßt werden, mithin beyde Materien nur außerhalb auf einander wirken, oder es ſollen beyde Materien durch ihre Kräfte in einander wirkſam ſeyn. Im erſten Falle kann nur die Materie durch die Kraft einer andern bewegten Materie nur bis auf einen gewiſſen Grad zuſammengepreßt und von dieſer nicht durchdrungen werden, weil ſonſt die Ausdehnung der zuſammengepreßten Materie gänzlich überwältiget, folglich ihre Ausdehnung auf nichts gebracht werden könnte, welches aber unmöglich iſt. Im andern Falle aber bleibt die Ausdehnung, und hier iſt es allerdings möglich, daß eine Materie von der andern durchdrungen wer-

den könne, wenn gleich beyde Materien gar keine Zwiſchenräume hätten, ſondern ihren Raum mit Stetigkeit ausfüllten. Auf dieſe Weiſe durchdringt die Wärme- und Lichtmaterie andere Körper, und bey allen chemiſchen Prozeſſen findet eine Durchdringung beyder Materien Statt, welche bey einem vollkommenen Prozeß auch vollkommen erfolget. Den Raum, welchen alsdann beyde Materien zuſammen einnehmen, richtet ſich nach der Summe ihrer Dichtigkeit.

Durchgang durch den Mittagskreis ſ. **Culmination.**

Durchgänge durch die Sonnenſcheibe (tranſitus per diſcum ſolis, paſſages ſur le disque du ſoleil) ſind diejenigen Himmelsbegebenheiten, da die Planeten, Venus und Merkur, bey ihrem Umlaufe um die Sonne in ſolche Lagen kommen, daß ſie in ihrer Bahn zwiſchen der Sonne und dem Beobachter auf unſerer Erde ſich befinden, und ſich daher als dunkele, jetzt auf der andern Seite erleuchtete Kugeln wie runde ſchwarze Flecken durch die Sonnenſcheibe zu bewegen ſcheinen.

Weil die Bahnen der Venus und des Merkurs kleiner als die Erdbahn, und folglich der Sonne näher als die Erde ſind, ſo werden ſie auch von Zeit zu Zeit in ihrem Umlaufe um die Sonne zwiſchen die Sonne und die Erde kommen, und dieß muß bey einem jeden Umlaufe derſelben erfolgen. Dieſe Stellung nennt man **ihre untere Zuſammenkunft (Conjunktion) mit der Sonne.** Mehrentheils haben ſie bey dieſer Zuſammenkunft eine Breite, welche größer als der Halbmeſſer der Sonne iſt, und ſind daher von dem in der Ekliptik liegenden Mittelpunkte der Sonne zu weit entfernt, als daß ſie innerhalb der Sonnenſcheibe erſcheinen könnten.

Vor Erfindung der Fernröhre hat man dergleichen Durchgänge durch die Sonne nicht beobachtet. Zwar iſt **Averrhoes** der Meinung, den Merkur in der Sonne geſehen zu haben;

haben; allein es iſt dieſer Planet viel zu klein, um ihn ohne bewaffnete Augen vor der Sonnenſcheibe zu beobachten, und es iſt daher wahrſcheinlich, daß **Averrhoes** einen Sonnenflecken für den Merkur gehalten hat. Ich werde das hierher gehörige aus einer kleinen, 1 Bogen ſtarken ganz unbekannten Schrift entlehnen, welche vorzüglich dieſerwegen bekannt gemacht zu werden verdienet, da ſie von keinem eigentlichen Gelehrten herrühret, und welcher gewiß nicht geringe aſtronomiſche Kenntniſſe beſaß *). Er ſchreibt alſo: „im künf„tigen Jahre wird die gelehrte curioſe Welt in großer Be„wegung ſeyn: denn es wird ſich den 3. und 4. Juni ſtyli „noui, ſtyli veteris aber den 23. und 24. May eine ſolche „Begebenheit an der Sonne ereignen, die erſt zwey Mahl „iſt obſerviret worden, ſeit die Welt ſtehet, und dieß iſt das „dritte Mahl, hernach ſehen ſolches unſere Kindeskinder kaum „wieder, weil es in jedem ſaeculo aufs höchſte nur zwey „Mahl (nie drey Mahl), ja im ganzen 20ten ſaeculo, „nämlich ſo lang man 1900 ſchreibt, nie vorfällt. **Whi„ſton** hat zwar das Jahr 1996 den 10. Jun. (den 28. May) „Nachmittag um 3 Uhr, nach der Zeit zu Leipzig aus ſeinen „Tafeln beſtimmt, da die Venus 13 Scr. 36 Sec. vom „centro der Sonne vorbeygehen würde; allein **Whiſtons** „latitudo Veneris hat 1761 den 6. Jun. 6 Scrup. gefehlet, „er gab ſie nur 4 Scr. an, und es waren 10; die Zeit aber „hat er nur eine halbe Stunde zu ſpät angegeben. Es iſt „nicht möglich, daß die Venus Anno 1996 in die Sonne tritt, „ſondern ſie geht den 10. Junius ſt. n. den 28. May ſt. v. „Nachmittags um 5 Uhr 15 Scr. vom Sonnenrande ſüdlich „vorbey. Und obgleich die Venus alle 8 Jahre weniger 2 „Tage,

*) Friedrich Wohlgemuths Schreiben an den Verfaſſer der Fidibus, den Durchgang der Venus durch die Sonne betreffend, herausgegeben von dem letztern (Schuhmacher ſeiner Profeſſion nach auch ein Schuhmacher in Rothenburg an der Tauber, der nachher eine Zeitlang hier in Jena ſich aufgehalten und auch noch eine Familie hinterlaſſen hat) Leipzig ohne Jahrzahl. Am Ende des Vorberichts ſteht Donnerſtags den 21. April 1768.

„Tage, 9 Stunden 23 Minuten 5 Mahl unter der Sonne
„Conjunktion hält, ſo geſchieht es doch gar ſehr ſelten, daß
„ſie vor die Sonne tritt, weil ſie einen gar breiten Thierkreis
„nämlich von 18 Graden macht. Es geſchiehet alſo nur,
„wenn ſie zu Anfange Jun. und Decemb. nach dem neuen
„ſtylo, nach dem alten aber ewig zu Ende May und No-
„vemb. untere Conjunktion hält.

„Anno 1639 wurde ſie das erſte Mahl in England von
„**Horoccio** und **Crabtrio** am 24. Nov. ſty. v., ſt. n.
„aber am 4. Dec. Nachmittags vor Untergang der Sonne
„geſehen, da ſie im ſüdlichen Theil der Sonne ſtand; das
„Wetter war nicht recht günſtig, doch wurde ſie blickweiſe
„geſehen *α*).„

„Anno 1631 lauerte **Kepler** *β*) und **Gaſſendus** auch
„auf am 27. Nov. oder 7. Dec. frühe, allein die Coniunctio
„war ſchon vor der Sonnenaufgang um 6 Uhr, und die lati-
„tudo Veneris war 14 Scr. nördlich, nach **Whiſtons**
„Berechnung über 16 Scr.; hat alſo in Deutſchland und
„Frankreich nicht können geſehen werden, weil die Sonne
„erſt um 8 Uhr aufgieng, und die Venus wegen großer
„Breite ſich nicht lang in der Sonne verweilen konnte, ſo
„war es nicht möglich, die Venus in der Sonne zu ſehen.„

„Anno 1761 am 6. Jun. ſt. n. den 26. May ſt. v.
„ſahen es viele 1000 Gelehrte und Ungelehrte. Morgens da
„die Sonne aufgieng, war die Venus ſchon ein gut Stück
„eingetreten, um 6 Uhr war die nächſte coniunctio, da die
„Venus bey 10 Scr. ſüdlich abſtund, und der Austritt war
„um halb 10 Uhr Vormittags. Unter allen Obſervationen,
„die in Deutſchland gehalten worden ſind, iſt des Mathe-
„matici in Kloſter Bergen, Herrn **Silberſchlags** ſeine,
„die accurateſte geweſen, wie ſolches zu beweiſen iſt.„

„Anno 1769 tritt ſie ſchon wieder hinein, geht aber jetzo
„durch den nördlichen Theil der Sonne. Es geſchieht zwar
„in

α) *Jer. Horoccii* Venus in ſole viſa, in Hevelii ſelenographia, Gedan. 1647. fol.

β) Admonitio ad aſtronomos de miris rarisque anni 1631 phaenomenis. Lipſ. 1729. 4.

„in Europa der Durchgang und die coniunctio in der Nacht „den 3. Jun. ſt. n. oder 23. May ſt. v. zu Leipzig Abends „um 11 Uhr, da die Venus 10 Scr. nördlich vom centro „der Sonne weggehet; es wird aber der Eintritt noch vor „der Sonnenuntergang bald nach halb 8 Uhr geſchehen, die „Minuten kann noch niemand gewiß ſetzen. Da nun der „Sonne oberſter Rand erſt um 8 Uhr 12 Minuten zu Leipzig „untergehet, ſo muß ſie beym Untergange ganz eingetreten „ſeyn, und oben in der Sonne frey ſtehen; gute Augen wer„den ſie ohne Tubo ſehen können. Der Austritt geſchieht „den 4. Jun. ſt. n. oder ſt. v. den 24. May früh um halb „3 Uhr, iſt alſo in Deutſchland unſichtbar, weil die Sonne „erſt gegen 4 Uhr aufgehet. In den nördlichen und weſtli„chen Ländern von Deutſchland kann ſie länger beobachtet „werden, weil die Sonne dort ſpäter untergehet, und der „Eintritt in den weſtlichen auch früher geſchiehet.„

„Nun geſchieht wohl alle 8 Jahre eine untere Coniun„ctio faſt in den Tagen, allein Anno 1777 geht die Venus „den 1. Juni oder 21. May Nachm. um 5 Uhr vom cen„tro ſolis ſchon 28 Scr. nördlich vorbey; da nun der halbe „Sonnendurchmeſſer nur 16 Scr. ausmacht; ſo geht ſie 12 „Scr. vom nördlichen Sonnenrande vorbey; Anno 1785 noch „weiter, bis ſie zu Anfange des neuen Sept. und Ende des „alten Aug. coniunction hält, da geht ſie faſt 9 Grad „nördlich und ſüdlich vor der Sonne vorbey.„

„Anno 1874 den 9. Dec. ſt. n. 27. Nov. ſt. v. wird ſie „alſo erſt wieder vor die Sonne treten. Man wird aber in „Deutſchland kaum den Austritt bey der Sonne Aufgang „ſehen können.„

„Anno 1882 den 6. Dec. ſt. n. 24. Nov. ſt. v. mag „man bey Untergang der Sonne ſehen, ob ſie ſchon eintritt: „denn ſie gehet durch den ſüdlichen Theil beynahe den Weg „wie 1761. Nach Halleji Zahlen tritt ſie um halb 4 Uhr „ein, nach **Caſſini** aber erſt um 6 Uhr unter dem Hori„zonte.„

 „Der

„Der Durchgang wird ſichtbar ſeyn in Amerike, doch „mehr im nördlichen als ſüdlichen, weil es in dem nördlichen „Sommer iſt, und die Tage länger ſind als im ſüdlichen; „hernach geſchiehet ſolches in den öſtlichen Ländern Aſiä. „Nämlich zu Kamſchatka den 4. Jun. ſt. n. 24. May. „ſt. v. Früh vor 6 Uhr wird ſie oben linker Hand per tu„bum terreſtrem in die Sonne treten, um 9 Uhr wird die „nächſte coniunctio ſeyn, und bald nach 12 Uhr wird ſie rech„ter Hand oben wieder eintreten.„

„Zu Japan wird auch der Eintritt können geſehen wer„den bey Sonnenaufgang vor 5 Uhr, die nächſte coniunctio „iſt um 8 Uhr und der Austritt nach 11 Uhr.„

„Ferner iſt der ganze Durchgang zu ſehen in den nörd„lichſten Ländern, wo die Sonne im Juni gar nicht unter„gehet: als in Noua Zembla Morgens und Vorm.; in „Lappland von Petersburg 100 deutſche Meilen oder 700 „Werſte nach Norden, eben zu der Zeit wie in St. Peters„burg; ferner in ſchwediſch und däniſch Lappland, da der „Eintritt den 3. Juni (23. May) Abends zwiſchen 8 und 9 „Uhr geſchiehet, und der Austritt früh um 3 Uhr. Ferner „auf dem nördlichen Theil von Jßland, da der Eintritt „Nachmitt. um 5 Uhr geſchiehet, und der Austritt vor 12 „Uhr; ferner in Grönland auch Nachmittags.„

„In Archangel, Petersburg, Liefland, Schweden kann „man den Eintritt und Austritt ſehen, aber doch den Durch„gang und das Mittel nicht; denn die Sonne geht allda bald „nach dem Eintritt unter; weil aber die Sonne nicht ſo lange „unter dem Horizonte bleibet, als der Durchgang währet, „ſo ſieht man die Venus noch oben in der aufgehenden „Sonne. Zu Archangel iſt der Eintritt um halb 10, die „Sonne geht unter 1 Viertel auf 10 und wieder auf vor 2 „und der Austritt geſchieht 1 Viertel nach 4 Uhr.„

„Zu St. Petersburg tritt ſie 1 Viertel vor 9 den 23. May „ſt. v. Die Sonne geht unter 1 Viertel nach 9. Vor 3 „Uhr den 24. May früh geht die Sonne wieder auf, und 1 „Viertel vor 4 tritt ſie wieder aus.„

„Zu

„Zu Tornea in ſchwediſch Lappland iſt der Eintritt Abends „um halb 9 Uhr; die Sonne geht unter nach 11 Uhr, geht „wieder auf nach halb 2 Uhr, und der Austritt geſchiehet um „halb 4 Uhr.„

„Zu Upſal und Stockholm geſchieht der Eintritt um 8 „Uhr, die Sonne geht unter um 9 Uhr, geht wieder auf „um 3 Uhr, da ſie eben austritt.„

„Zu Reval tritt ſie ein 1 Viertel nach 8 Uhr, die Son„ne geht unter um 9 Uhr, ſie geht wieder auf um 3 Uhr, „und 1 Viertel nach 3 Uhr tritt ſie aus.„

„Die Oerter, wo nur der Eintritt geſchiehet, ſind fol„gende: Preußen, Dännemark, Deutſchland, Norwegen, „England, Frankreich. Spanien und auf den Inſeln nach „Amerika, in Penſylvanien in Süd-Amerika. In groß „Pohlen, zwiſchen Preußen und Schleſien wird man auch den „Eintritt ſehen können. Weil es nicht zugleich aller Orten „Mittag iſt, ſo geſchiehet ſolches zu verſchiedenen Stunden. „Nämlich der Eintritt iſt den 3. Jun. ſt. n. 23. May ſt. v. „Nachmittags zu Philadelphia um 2, zu Suriname um 3, „zu Liſſabon, Feß, Marokko, Jßland um 6, zu Madrit „um halb 7, zu London, Schottland vor 7, zu Paris und „in Holland um 7, in Deutſchland, Dännemark, Norwe„gen um halb 8, zu Upſal, Stockholm, groß Pohlen um „8, in Preußen 1 Viertel nach 8 Uhr. Von der Anrüh„rung bis zum völligen Eintritt verfließen 23 oder 21 Mi„nuten an der Zeit, alſo auch beym Austritt.„

„Die Oerter, wo nur der Austritt zu ſehen iſt den 4. Jun. „(24. May), ſind dieſe: zu Kiow kaum bey Sonnenaufgang „vor 4, zu Moskau nach 4, zu Aſtrakan um 5, zu Kaſan „und Jspahan nach 5, zu Tobolskoy nach 6, zu Surate „um halb 7, zu Trankebar, Pondichery um 7, zu Jeni„seskoy, Siam und Malakka um halb 9, zu Irrkutſchkoy, „Selenginsk und Batavia um 9, zu Peking und Nanking „um halb 10, zu Jakutſchkoy, Kiring und Kingitao nach „10 Uhr.„

„Nun iſt noch etwas anzumerken. Nämlich 5 Stun-
„den nach dem Austritt der Venus den 4. Jun. (24. May)
„tritt der Mond an derſelben Seite in die Sonne, und ver-
„urſachet eine Sonnenfinſterniß in Leipzig von 5 Zollen un-
„ten. In Oſtindien wird die Sonne in einem Strich total
„verfinſtert werden.„

In Anſehung des Merkurs wurde der von Kepler im Jahre 1627 vorhergeſagte Durchgang desſelben durch die Sonne von **Gaſſendi** [α]) am 7. Nov. 1631 wirklich beobachtet. Nachher ſind noch verſchiedene Durchgänge des Merkurs durch die Sonne erfolget, der letzte den 5. Nov. 1789, und den 7. May 1799 ſteht noch einer zu erwarten.

Dieſe Himmelsbegebenheiten ſind ſehr merkwürdig, weil ſie die beſten Mittel an die Hand geben, die Theorie der Laufbahnen dieſer beyden untern Planeten zu berichtigen. Vorzüglich aber dienen die Durchgänge der Venus durch die Sonnenſcheibe, die Sonnenparallaxe auf das genaueſte zu beſtimmen, um dadurch die Entfernungen und Größen aller Planeten unſerer Sonnenwelt richtig zu berechnen. Dieſe Durchgänge der Venus ſind wegen beſonderer dabey eintretender Umſtände die richtigſten und beſten Mittel zur Beſtimmung der Parallaxe, indem ſich dabey die Berührung der Ränder der Venus und der Sonne mit aller nur möglichen Genauigkeit angeben läßt. **Halley** [β]) machte auf die dabey zu erlangenden Vortheile zuerſt aufmerkſam. Alle dieſe Vortheile ſind auch wirklich beſonders bey dem Durchgange der Venus im Jahre 1769 im Ganzen der Erwartung gemäß ausgefallen. Man weiß nun aus dieſen Beobachtungen und Berechnungen ſo viel, daß die Grenzen der horizontalen Sonnenparallaxe zwiſchen 8,5 und 8,6 Sekunden liegen. M. ſ. **Parallaxe.**

M. ſ.

α) Epiſt. ad Schickardum de Mercurio in ſole viſo et Venere inviſa, in *Gaſſendi* opp. T. IV. p. 499.

β) Philoſoph. transact. 1677.

M. ſ. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde. Th. I. §. 469 u. f. Th. II. §. 580 u. f. **de la Lande** aſtronomiſches Handbuch. Leipzig 1775. gr. 8. §. 726 u. f.

Durchſichtig (pellucidum, diaphanum, transparent). Man nennt einen Körper durchſichtig, wenn er das Licht durchſcheinen läßt, oder wenn man durch ihn andere Gegenſtände ſehen kann. So ſind z. B. Glas, reines Waſſer, Cryſtall u. ſ. f. durchſichtig.

Würde ein Körper alles mögliche Licht, daß auf ihn fiele, durchlaſſen, ſo würde er alsdann ein vollkommen durchſichtiger Körper ſeyn. Einen ſolchen Körper würde man gar nicht ſehen können. Allein einen ſolchen Körper hat man in der Natur noch nicht gefunden. Jedoch gibt es verſchiedene Grade der Durchſichtigkeit der Körper. Den allerdurchſichtigſten Körper, den wir kennen, iſt die Luft, wenn nicht etwa der Aether noch durchſichtiger iſt, und vielleicht auch dieſerwegen als ein hypothetiſch angenommener Stoff betrachtet werden muß. Es wird daher das Licht durch die Luft in der Ferne geſchwächt, und die Luft ſelbſt dadurch in großen Maſſen einiger Maßen ſichtbar. Andere Körper, welche weniger durchſichtig ſind, laſſen auch weniger Licht durch, bis endlich diejenigen, welche nur einen kleinen Theil Licht durchſchimmern laſſen, **halbdurchſichtige Körper** genannt werden.

Durchſichtigkeit (pelluciditas, transparence) iſt die Eigenſchaft der Körper, das Licht durch ſie hindurch gehen zu laſſen.

Es iſt gewiß die Durchſichtigkeit verſchiedener Körper eine äußerſt merkwürdige Erſcheinung, da ſie oft bey den härteſten Körpern, wie z. B. beym Diamant und Cryſtall bey andern lockerern Körpern, als Holz, Schwamm und andern gar nicht Statt finden. Oft beſitzen auch Körper für ſich dieſe Eigenſchaft, da ſie mit einander vermiſcht ſelbige verlieren, und umgekehrt, Körper für ſich ſind undurchſichtig, mit einander vermiſcht aber werden ſie durchſichtig. So ſind z. B. Waſſer und Oel für ſich durchſichtig; hingegen

Salzwaſſer und Oel unter einander geſchüttelt gibt eine milch-weiße Maſſe, die undurchſichtig iſt; Papier für ſich iſt undurchſichtig, mit Oel oder Waſſer getränkt aber wird es durchſichtig; Schaum iſt undurchſichtig, ob es gleich eine Miſchung von Waſſer und Luft iſt, die beyde für ſich durchſichtig ſind u. ſ. f.

Wenn man ſich um die Urſache der Durchſichtigkeit der Körper bekümmert, ſo trifft man nach dem Syſtem der abſoluten Undurchdringlichkeit der Materie auf Schwierigkeiten, die es ganz unmöglich machen, nur irgend einen Grund davon anzugeben.

Carteſius *) ſuchte die Urſache der Durchſichtigkeit in der geradlinigen Anordnung und Lage der mit der Lichtmaterie angefüllten Zwiſchenräume der Körper. Allein welche große Schwierigkeiten ſetzen ſich nicht dieſer Behauptung entgegen. Die Erfahrung lehret, daß z. B. ein Würfel von Kryſtall das Licht nach allen nur möglichen Richtungen in geraden Linien durchläßt. Sollte alſo nach Cartes Meinung die Lichtmaterie die in gerader Linie liegenden Zwiſchenräume der Körper ausfüllen, ſo läßt ſich auf keine Weiſe einſehen, wie nach ſeinen Vorſtellungen die gröbere Materie zuſammenhängen könne, um den beſtimmten feſten oder harten Körper zu formiren. Geſetzt aber auch, es ließe ſich eine ſolche geradlinige Anordnung der Zwiſchenräume der Materie gedenken, ſo müßte ſie doch vorzüglich bey flüſſigen Materien, wie z. B. bey der Luft, Waſſer, Oel u. d. g. durch die geringſte Bewegung geſtöret, und der Körper ſelbſt dadurch undurchſichtig werden, da doch die Erfahrung lehret, daß auch beym ſtärkſten Winde die Luft und das Waſſer u. ſ. durchſichtig bleiben.

Newton ſahe wohl ein, daß der Grund der Durchſichtigkeit keinesweges in der großen Menge der leeren Zwiſchenräume zu ſuchen ſey, weil dichtere Körper, welche alſo weniger Zwiſchenräume haben, oft durchſichtiger ſind, als weniger dichte. Er ſucht daher vielmehr die Urſache der Durchſichtigkeit

*) Dioptr. C. I. §. 7.

tigkeit der Körper in der gleichförmigen Dichtigkeit ihrer Theile mit der Größe ihrer Zwiſchenräume, und der Dichtigkeit der Materie, welche in ſelbigen eingeſchloſſen iſt. Nach ſeiner Theorie in der Optik *) leitet er die Undurchſichtigkeit der Körper aus der unterſchiedlichen und unzählbaren Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtrahlen, welche beym Durchgange durch die innern Theile derſelben erfolgen, her. Er zeiget zuerſt, daß diejenigen Flächen, welche das Licht am ſtärkſten brechen, d. h. welche zwiſchen Mitteln von ſehr verſchiedener Dichtigkeit liegen, dasſelbe auch am ſtärkſten zurückwerfen, und daß an den Grenzen derjenigen Mittel, wo gar keine Brechung Statt findet, auch keine Zurückwerfung angetroffen werde. Wenn zwey Objektivgläſer langer Fernröhre gelinde an einander gedruckt werden, ſo bemerket man da, wo ſie ſich berühren, einen runden ſchwarzen Fleck. Durch dieſen ſieht man Gegenſtände vermittelſt ſchief durchgehender Strahlen, welche man durch andere Stellen, wo das Licht zwiſchen dem übrigen Raume der beyden Gläſer durchgehen muß, nicht wahrnehmen kann. Dieß läßt ſich auch von einer Fläche behaupten, womit man ſich eine Glasmaſſe oder auch eine Waſſermaſſe durchſchnitten denken kann. Daher gibt es in Körpern von durchaus gleicher Dichtigkeit, wie Glas, Kryſtall, Waſſer, Oel u. ſ. keine merkliche Zurückwerfung, als bloß an ihren äußern Flächen, wo ſie an andere Mittel von verſchiedener Dichte grenzen. Nachher zeiget er, daß die kleinſten Theile faſt aller natürlichen Körper gewiſſermaßen durchſichtig ſind. So laſſen im verfinſterten Zimmer dünne Goldblättchen Licht hindurch. Daß aber dieſe Theile in ihrer Verbindung, da ſie einen Körper formiren, undurchſichtig werden, das rühret von den unzählbaren Reflexionen des Lichts in den innern Theilen des Körpers her. Ferner ſucht er zu beweiſen, daß zwiſchen den Theilen der undurchſichtigen Körper entweder viele Räumchen ganz leer, oder mit Materie von ganz anderer Dichtigkeit angefüllt ſind. So trifft man z. B. zwiſchen den Waſſerbläschen, aus wel-

 chen

*) Optice L. II. P. 3. prop. 1 u. ſ.

chen die Nebel und Wolken beſtehen, Luft an, zwiſchen den färbenden Theilen einer gefärbten flüſſigen Materie Waſſertheile, zwiſchen den Theilen, woraus das Papier beſtehet, Luft u. ſ. f. Daß aber dieſe Unterbrechung der Theile der Körper durch Theile anderer Materie von verſchiedener Dichtigkeit die vorzüglichſte Urſache der Durchſichtigkeit der Körper ſey, ſcheint daraus klar zu ſeyn, daß man den Körper Durchſichtigkeit geben kann, wenn man die Räumchen mit Materie anfüllt, welche eine gleiche Dichtigkeit mit den Theilen des daraus zuſammengeſetzten Körpers hat, wie z. B. wenn Papier mit Waſſer oder Oel getränket wird u. d. g. Im Gegentheil werden daher auch durchſichtige Körper dadurch undurchſichtig, wenn man ihre Theile ſo unterbricht, daß zwiſchen ihnen Materie von ganz anderer Dichtigkeit gebracht wird, wie z. B. wenn das Waſſer in Schaum verwandelt wird, wenn man naſſes Papier trocknet u. ſ. f. Weiter ſucht er darzuthun, daß bey undurchſichtigen Körpern ihre Theile und Zwiſchenräume nicht unter einer gewiſſen Größe ſeyn müſſen. Selbſt die undurchſichtigſten Körper werden in ſehr kleine Theilchen getheilt, ſelbſt durchſichtig, wie z. B. die Metallauflöſungen in Säuren.

Es ſind daher, nach **Newtons** Meinung, Waſſer, Glas, Kryſtall, Diamant u. ſ. f. nur deßwegen durchſichtig, weil ihre Materie durchaus von gleichförmiger Dichtigkeit iſt, ihre Theile aber ſo wohl als auch die zwiſchen ihnen befindlichen Räumchen viel zu klein ſind, als daß ſie merkliche Zurückwerfung des Lichtes zu Wege bringen könnten.

Allein ſo richtig es auch iſt, daß die Undurchſichtigkeit durch die verſchiedentliche Brechung und Zurückwerfung des Lichtes in den innern Theilen der Körper herrühre, ſo erkläret dieß doch eigentlich die Sache nicht, wie es nämlich zugehe, daß die Lichtmaterie, welche **Newton** als materiell annimmt, in gerader Linie durch alle mögliche Richtungen des durchſichtigen Körpers hindurchgehe. Weil nach der atomiſtiſchen Lehrart die Materie abſolut undurchdringlich iſt, ſo ſcheint es mir wenigſtens unbegreiflich, wie gerade bey denjenigen

jenigen Körpern, deren Theile ſich mehr einem Continuum nähern, und die folglich ihren Raum mit Stetigkeit ausfüllen, keine Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtrahlen Statt finden könne, da dieſe vielmehr das Licht als Materie betrachtet gar nicht durchlaſſen ſollten. Es vermag daher die atomiſtiſche Lehre nicht, nur irgend einen Grund von dem Phänomen der Durchſichtigkeit der Körper anzugeben.

Nach dem dynamiſchen Syſteme hingegen liegt die Urſache der Durchſichtigkeit der Körper am Tage; denn hiernach dringt die Lichtmaterie durch die Materie des durchſichtigen Körpers. Weil nun die Lichtmaterie in geraden Linien fortſtrahlet, die Strahlung derſelben mag nun eigenthümlich ſeyn, oder von der Wärme herrühren, ſo durchdringt auch die Materie vermöge ihrer außerordentlichen großen expanſiven Kraft die durchſichtigen Körper in geraden Linien.

Beym Durchgange des Lichtes durch die durchſichtigen Körper leidet daſſelbe eine beträchtliche Schwächung, indem wir keinen Körper kennen, welcher vollkommen durchſichtig wäre. Daher müſſen die Theile dieſer Körper einen Theil des einfallenden Lichts theils zurückhalten, theils aber auch zurückſenden. Ueber die Schwächung des Lichtes in durchſichtigen Körpern haben die beyden Erfinder **Bouguer** [α]) und **Lambert** [β]) ſehr viele Verſuche angeſtellet. **Bouguer** bediente ſich folgender Methode, den Verluſt des Lichtes in durchſichtigen Körpern zu meſſen: (fig. 111.) b iſt der durchſichtige Körper, auf welchem ein Licht ſteht, welches die beyden Täfelchen c und d faſt ſenkrecht erleuchtet. Das erſte Täfelchen c wird durch den durchſichtigen Körper b geſehen, das andere aber zu eben der Zeit mit bloßem Auge bey a. Um nun beyde Erleuchtungen dem Auge gleich ſtark darzuſtellen, wird das Täfelchen d weiter fortgerückt. Die Quadrate der Entfernungen der Täfelchen von dem Lichte gaben das Verhältniß der Verminderung des Lichtes an. Auf dieſe

Art

α) Traité d'optique ſur la gradation de la lumière. à Paris 1760. gr. 4. p. 225.

β) Photometria. Aug. Vindel. 1760. 8.

Art ließ er das Licht durch 16 Stück gemeines Fenſterglas fallen, welche zuſammen 9½ Linie dick waren, und fand, daß es 247 Mahl geſchwächet ward. Auch nahm er 6 Stück Spiegelglas, zuſammen 11½ Linie dick, und fand, daß das Licht im Verhältniſſe von 100 zu 27 vermindert ward. Ein einziges Stück 3 Zoll dick aber verminderte das Licht kaum auf die Hälfte. Aus andern Verſuchen mit Seewaſſer, glaubt er ſchließen zu können, daß das Licht in einer Länge von 10 Fuß durch Seewaſſer nur in dem Verhältniſſe von 5 zu 3, oder auch nur von 5 zu 3½ geſchwächt werde. Stellte **Bouguer** 76 — 80 Stück Glas in einer Röhre hinter einander, ſo ward alles Sonnenlicht von denſelben aufgefangen und verſchluckt. Daraus berechnet er, daß das Seewaſſer bey einer Dicke von 679 Fuß alle ſeine Durchſichtigkeit verlieren, und die Luft, wenn ſie ſich mit eben der Dichtigkeit, welche ſie bey uns hat, auf 518385 Klafter in die Höhe erſtreckte, ſo undurchſichtig werden würde, daß wir in einer beſtändigen Nacht begraben wären.

Ueber die Kraft verſchiedener gefärbter Mittel, das Licht zu verſchlucken, hat ſchon **Muſſchenbroek** *) verſchiedene Verſuche angeſtellt. Er nahm Stücke Glas, von jeder der ſieben Farben, welche zuſammen noch nicht einen halben Zoll dick waren, und doch konnte er die Sonne dadurch nicht erkennen. Aus mehreren damit angeſtellten Verſuchen folgerte er, daß die rothen Strahlen des Sonnenlichtes durch rothe, orangefarbene und gelbe Gläſer leicht durchgehen, aber in geringerer Menge durch grüne Gläſer. Durch fünf blaue Gläſer ſchien die Sonne weiß, durch ſechs nahm ſie eine Purpurfarbe an, welche mit jeder neuen Glasſcheibe dunkler ward, bis daß er durch 15 blaue Scheiben, welche zuſammen einen Zoll ausmachten, nichts mehr von der Sonne erkennen konnte.

Lambert hat über die Schwächung des Lichtes durch durchſichtige Körper in dem ganzen zweyten Theile ſeiner Photometrie ſehr ſcharfſinnige Unterſuchungen angeſtellt. Er verband

*) Introductio in philoſoph. naturalem. T. II. §. 1971.

verband Theorie mit angeſtellten Verſuchen, und fand dadurch, wie ſich bey Glastafeln, welche gar kein Licht zerſtreueten oder verſchluckten, die Menge des an der Vorder- und Hinterfläche zurück geworfenen Lichtes zu der Menge des durchgehenden verhalten müſſe. Dieß Verhältniß wendet er alsdann mittelſt anderer Verſuche auf Beſtimmung des Verluſtes an, welchen ſenkrecht auffallendes Licht beym Durchgange durch Glastafeln erleidet. Seine darüber gefundene Reſultate ſind folgende:

Gläſer		Zurückgeworfenes		Gebrochenes		Verlornes
1	—	0,0516	—	0,8111	—	0,1373
2	—	0,0856	—	0,6596	—	0,2548
3	—	0,1081	—	0,5368	—	0,3551
4	—	0,1228	—	0,4377	—	0,4495
8	—	0,1467	—	0,1945	—	0,6588
16	—	0,1524	—	0,0387	—	0,8089
32	—	0,1526	—	0,0016	—	0,8458

Von den ebenen Flächen geht er zu den krummen, und unterſuchet die Stärke des durch ein oder mehrere Linſengläſer gebrochenen Lichtes.

In dem fünften Theile handelt er von der Zerſtreuung des Lichtes, insbeſondere bey dem Durchgange durch die Atmosphäre. Hierbey weicht **Lambert** von **Bouguer** ſehr ab. Letzterer findet, daß die Dichte des ſenkrecht auf die Atmosphäre fallenden Lichtes, wenn es die Erdfläche erreichet, 0,8123 iſt, die Dichte des auffallenden Lichtes außerhalb der Atmosphäre = 1 genommen. **Lambert** hingegen hat zu Chur im Graubündner Lande bey einer Barometerhöhe von 26 pariſer Zollen die Verminderung des Lichtes weit ſtärker gefunden. Nach dieſem iſt die Dichte des ſenkrecht auffallenden Lichtes, wenn es die Erdfläche erreichet, 0,5889. Je weiter die Sonne vom Scheitel entfernet, und je näher ſie dem Horizont iſt, deſto größer iſt der Weg, welchen das Sonnenlicht in der ungleichförmig dichten Luft zurücklegen muß, alſo durch das Verhältniß der Schwächung des Lichtes deſto größer. Nach **Lamberts** darüber angeſtellten

ten Unterſuchungen wächſt der Logarithme des Verhältniſſes, worin das Sonnenlicht in der Atmosphäre geſchwächt wird, beynahe im Verhältniſſe des Abſtandes der Sonne vom Scheitel, wenigſtens ſo lange ſie dem Horizonte nicht ſehr nahe kömmt. Uebrigens ſcheinen **Bouguer** und **Lambert** darüber übereinzuſtimmen, daß das Licht der im Horizonte ſtehenden Sonne in der Atmosphäre 2000 Mahl ſchwächer werde, bevor es zu der Erdfläche gelangt.

Was die Urſache der Schwächung des Lichtes in durchſichtigen Maſſen betrifft, ſo glaubte **Newton**, die Lichtſtrahlen, welche verloren gehen, werden durch den Anſtoß gegen die materiellen dichten Theile der Körper entkräftet. Allein **Bouguer** zeigte, daß beſonders beym Uebergange des Lichtes aus Waſſer in Luft bey kleinen Neigungswinkeln dieſer Verluſt ſehr ſtark ſey, bey größern geringer werde, und bey ſenkrecht auffallendem Lichte faſt gänzlich wegfalle. Daher könne die Urſache der Schwächung des Lichtes unmöglich in dem Anſtoße an die dichten Theile liegen, da bey einem ſchiefen Durchgange durch das Waſſer das Licht mehrere ſolche dichte Theile als bey einem ſenkrechten antreffen würde; er glaubt vielmehr, der Grund liege bloß in einer an der brechenden Oberfläche befindlichen Kraft. Daher ſchwäche auch vermöge der Verſuche die Dicke eines durchſichtigen Körpers nicht ſo ſehr, als die Menge der brechenden Oberflächen. Jedoch hat **Prieſtley** gefunden, daß der Phosphor ſtärker leuchte, wenn das Licht eines elektriſchen Funkens durch ſieben dünne Gläſer, als wenn es durch ein einziges ¼ Zoll dickes Glas gegangen war. Es ſcheint alſo, als wenn man die wahre Urſache über die Schwächung des Lichtes in den durchſichtigen Körpern noch nicht mit Gewißheit angeben könne. Vielleicht liegt der Grund in der qualitativen Verbindung der Theile des Körpers mit der Lichtmaterie.

M. ſ. **Prieſtley** Geſchichte der Optik, a. d. E. durch **Klügel**. Th. II. Leipz. 1776. 4. S. 304 u. f.

Dynamik (Dynamica, Dynamique) iſt die Wiſſenſchaft von den Geſetzen der Kräfte der feſten Körper, wenn ſie in wirklicher Bewegung begriffen ſind. Sie iſt folglich als ein Theil der höhern Mechanik zu betrachten, in welcher nicht allein die Lehren von den Bewegungen der feſten Körper überhaupt, in wie fern ſie außer der Sphäre der Elementarmathematik liegen, unterſuchet, ſondern auch die Kräfte der bewegten Körper in Betrachtung gezogen werden. In der höhern Mechanik kann man die Unterſuchungen von den Bewegungen der Körper allein, ohne auf die Kräfte, durch welche ſie beweget werden, zu ſehen, zur **Phoronomie**, diejenigen aber, bey welchen die Kräfte der Körper zugleich mit betrachtet werden, zur **Dynamik** rechnen. Und in dieſem Verſtande iſt auch eigentlich die **Dynamik** zu nehmen; obgleich verſchiedene Mathematiker die ganze höhere Mechanik darunter begreifen.

So wie in der Dynamik Anwendungen der höhern Mathematik auf die Kräfte der Bewegungen bewegter feſter Körper gemacht werden, ſo macht man auch ähnliche Anwendungen auf die Kräfte der Bewegungen bewegter flüſſiger Materien, und nennt dieſe Wiſſenſchaft die **Hydrodynamik**.

Die hierher gehörigen vorzüglichſten Schriften nebſt der kurzen Geſchichte ſehe man unter dem Worte **Mechanik**.

Dynamiſches Syſtem heißt diejenige Lehre, nach welcher Unterſuchungen über die Qualität der Materie unter dem Nahmen einer bewegenden Kraft angeſtellet werden.

Schon die älteſten altgriechiſchen Philoſophen nahmen an, daß in den materiellen Theilen, woraus die Sinnenwelt beſtehe, lebendige und ſeelenartige Kräfte wohnten, und nannten die Kräfte, die ſie den Theilen der Materie zuſchrieben, ποιοτητὰς, welches Wort von **Cicero** *) durch qualitates iſt überſetzet worden. Allein ihre Begriffe von Materie überhaupt waren doch noch ſehr dunkel und verworren. **Leucipp** und beſonders **Demokrit** ſuchten aus der Phyſik die ποιοτη-

*) Quaeſtion. Academ. I. 7. und de natura Deor. II. 37.

ποιοτητας zu vertreiben, und führten ſtatt dieſer die Atomen (m. ſ. **Atomen**) in ſelbiger ein, woher das atomiſtiſche Syſtem entſtanden, welches nachher und bis auf unſere Zeiten ſo vielen Beyfall erhalten hat. Nachher hat man ſich noch von der Materie überhaupt verſchiedene Vorſtellungen gemacht, welche aber alle einen gewiſſen Bezug auf Atome hatten, nur ſuchte man dabey dieſen Zweck zu erreichen, die Materie mehr mit dem Geiſte zu vereinigen, woher der Dualismus, Idealismus und Materialismus entſtanden ſind. Alle dieſe Meinungen aber wiederlegte **Leibnitz** durch die Einführung ſeiner Monaden. (Hiervon mehr unter dem Artikel **Materie**). **P. Bascovich** *) nahm an, daß die Materie aus phyſikaliſchen Punkten beſtehe, welche mit anziehenden und zurückſtoßenden Kräften in beſtimmten Wirkungskreiſen verſehen ſind; die phyſikaliſchen Punkte aber ſollen ſich nicht durchdringen können. So viele Gründe auch **Bascovich** für dieſes ſein Syſtem aufgeführet hat, ſo können doch die Wirkungskreiſe der phyſikaliſchen Punkte mit ſich nicht beſtehen. Erſt **Kant** hat das dynamiſche Syſtem mit einer ihm eigenen Gründlichkeit in ſeinen metaphyſiſchen Anfangsgründen ſeiner Naturwiſſenſchaft ausgeführet, und bewieſen, daß es dem Begriff der Materie weit angemeſſener, als das atomiſtiſche Syſtem iſt. Nach dieſem Syſtem beſteht das Weſen der Materie in zurückſtoßenden und anziehenden Kräften, die Materie als Materie beſitzet keine leere Zwiſchenräume, die Materie iſt ins Unendliche theilbar, auch gibt es keine diskrete Flüſſigkeiten. M. ſ. die Artikel **Grundkräfte, expanſible Flüſſigkeiten, Theilbarkeit.**

E.

Ebbe und Fluth (aeſtus maris, acceſſus et receſſus, fluxus et refluxus, les marées, flux et reflux de la mèr) nennt man die regelmäßige Bewegung des Meeres,

*) Theoria philoſophiae naturalis. Venet. 1763. 8.

res, da das Waſſer desſelben täglich zwey Mahl am höchſten und zwey Mahl am niedrigſten ſteht.

Das Waſſer des großen Weltmeeres erhebt ſich nämlich einige Stunden lang immer mehr und mehr, ſo daß es ſeine Küſten oft auf eine ſehr beträchtliche Weite überſchwemmet, nachher ſteht es gleichſam wohl auf eine Viertelſtunde lang ſtill; hierauf fällt es wieder einige Stunden immer mehr und mehr und zieht ſich von den Küſten zurück. Die Erhebung des Waſſers heißt **Fluth**, ſein Fallen **Ebbe**, und beyde wechſeln ohne Unterlaß beſtändig ab, ſo daß man an einem jeden Orte binnen einer Zeit von etwa 24¾ Stunden zwey Mahl Ebbe und Fluth hat. Der höchſte Stand, welchen das Waſſer bey der Fluth erreicht, nennt man die **hohe Fluth**, die **hohe** oder **volle See**, welche hiernächſt binnen 6 Stunden wieder abläuft, und dadurch die **Ebbe** macht. Der niedrigſte Stand, welchen das Waſſer bey der Ebbe macht, heißt die **tiefe See**, auf welche ſodann die Fluth wieder erfolget. Die hohe Fluth, welche an ein und eben demſelben Orte an einem gewiſſen Tage zu einer gewiſſen Stunde Statt fand, kömmt den folgenden Tag etwa um ¾ Stunden ſpäter, und ſo fällt hohe Fluth und tiefe See nach und nach immer auf andere Stunden, bis etwa nach 30 Tagen dieſelbe wieder um eben dieſe Zeit eintritt.

Während der Fluth tritt das Waſſer des Meeres in die Mündungen der Flüſſe, die ſich ins Meer ergießen, zurück; während der Ebbe aber bekommen dieſe Flüſſe ihren völligen freyen Ablauf wieder.

Die Erfahrung lehret überhaupt, daß bey der Ebbe und Fluth an denjenigen Oertern, wo die Bewegung des Waſſers nicht durch Meerengen, Inſeln, Vorgebirge und andere Hinderniſſe abgehalten wird, drey ſehr merkwürdige und regelmäßige Perioden eintreten, nämlich eine **tägliche**, eine **monathliche** und eine **jährliche**.

Die tägliche iſt die eben angeführte zweymahlige Abwechſelung der Ebbe und Fluth, die binnen 24¾ Stunden erfolget. Die Dauer derſelben ſtimmt vollkommen mit dem

Zeitraume zwiſchen zwey auf einander folgenden Durchgängen des Mondes durch den Mittagskreis überein. Nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis eines Ortes erfolget nämlich allemahl Fluth, und wegen der täglichen Fortrückung des Mondes von Weſten nach Oſten kömmt es eben, daß an ein und eben demſelben Orte die höchſte Fluth etwa ¾ Stunden ſpäter eintritt.

Bey der monathlichen Periode iſt die Bewegung des Waſſers des Oceans in jedem Monathe zwey Mahl am ſtärkſten und zwey Mahl am ſchwächſten. Die ſtärkſten Fluthen erfolgen etwa um den Neumond oder Vollmond, richtiger nach 1½ Tag des Neu- und Vollmondes; die ſchwächſten aber zur Zeit des erſten und letzten Viertels oder richtiger 1½ Tag nach dem erſten und letzten Viertel. Befindet ſich zur Zeit des Neu- und Vollmondes der Mond in der Erdnähe, ſo wird die Verſtärkung der Fluth ſehr beträchtlich.

Was die jährliche Periode betrifft, ſo lehret die Erfahrung, daß die Fluthen um die Zeit der Nachtgleichen in dem Neu- und Vollmonde viel ſtärker, in den Quadratſcheinen aber viel ſchwächer als ſonſt werden: im Gegentheil ſind ſie um die Zeit der Sonnenwenden im Neu- und Vollmonde ſchwächer und in den Quadratſcheinen ſtärker als ſonſt.

Ferner lehret noch die Erfahrung, daß in Rückſicht der täglichen Periode die hohe Fluth an den öſtlichen Küſten ſich eher ereignet, als an den weſtlichen; daß ſie zwiſchen den Wendekreiſen für Oerter, welche in einerley Mittagskreiſe liegen, zu gleicher Zeit, in den gemäßigten Zonen in größerer Breite ſpäter eintrifft, als in geringerer Breite, und über 65 Grade Breite hinaus beynahe gar nicht mehr merklich iſt.

In Anſehung der monathlichen Perioden bemerkt man, daß die Fluthen in den Quadratſcheinen bis zu den Neu- und Vollmonden wachſen, alsdann aber bis zu den Quadratſcheinen wieder abnehmen; daß die hohe Fluth in den Neu- und Vollmonden ſo wie in den Quadratſcheinen ſelbſt drey Stunden nach der Culmination des Mondes, zwiſchen den Voll-

mond und Neumond und den Quadratſcheinen aber früher, und zwiſchen den Quadratſcheinen und Neu- und Vollmond ſpäter, als drey Stunden nach der Culmination des Mondes eintritt.

Was endlich die jährliche Periode betrifft, ſo lehret die Erfahrung, daß die Fluthen bey der Winterſonnenwende ſtärker als bey der im Sommer ſind; daß ſie deſto ſtärker werden, je näher der Mond der Erde und je geringer die Breite des Mondes iſt; daß ſie am ſtärkſten ſind, wenn die Nachtgleiche mit dem Neu- und Vollmonde und mit der Erdnähe des Mondes zuſammenfällt; und daß ſie in den Ländern gegen Norden, wenn der Neu- und Vollmond eingetreten iſt, im Sommer des Abends ſtärker als des Morgens, im Winter aber des Morgens ſtärker als des Abends ſind.

Alle dieſe erwähnten Umſtände der Ebbe und Fluth, welche zu verſchiedenen Zeiten bald ſtärker bald ſchwächer iſt, laſſen die gegründetſte Vermuthung zurück, daß vorzüglich die anziehenden Kräfte des Mondes und der Sonne gegen die Erde die ſo bewundernswürdige Wirkung verurſache. Schon einige von den Alten haben dieß eingeſehen, ob ihnen gleich die regelmäßige Bewegung der Ebbe und Fluth bey weitem noch nicht ſo bekannt war, als ſie durch die unzählbaren Beobachtungen der Seefahrer und der Bewohner der Seeküſten bekannt geworden iſt. Die Römer und Griechen hatten ihre einzigen Beſchäftigungen vorzüglich auf dem mittelländiſchen Meere, in welchen die Wirkungen der Ebbe und Fluth eben nicht ſo ſehr merklich ſind. Indeſſen führt doch ſchon **Homer** *) an, daß ſich der Strudel Charybdis täglich drey Mahl erhebe und drey Mahl wieder niederſinke. Dieſe Stelle **Homers** erklärt **Strabo** in ſeinem erſten Buche, und glaubt, der Dichter habe ſein τρις als einen poetiſchen Ausdruck gebraucht, welcher eigentlich nichts mehr ſagen wolle, als mehrere Mahl oder zwey Mahl.

*) Odyſſea XII. 105.

Plutarch führet an, daß **Pytheas** von Maſſilien die Ebbe und Fluth vom Monde hergeleitet habe, ob er gleich glaubt, daß ſie nur alle Monathe erfolge. **Ariſtoteles** gedenkt der Ebbe und Fluth nur an wenigen Stellen; in einer aber ſagt er ausdrücklich [α]), daß die Erhebungen des Meeres ſich nach dem Laufe des Mondes richteten. Es iſt von ihm die Sage entſtanden, daß er ſich in den Euripus geſtürzt habe, weil er die Ebbe und Fluth nicht habe ergründen können. Dieſe Sage rührt bloß von einigen übel verſtandenen Stellen der Kirchenväter her; denn **Juſtinus Martyr** [β]) führt nur an, er ſey aus Gram geſtorben, weil er die Natur des Euripus nicht habe ergründen können, ohne ein Wort von der Ebbe und Fluth anzuführen. Uberhaupt ſcheinen die Griechen mit dieſen regelmäßigen Bewegungen des Meeres nur wenig bekannt geweſen zu ſeyn.

Mehrere Kenntniſſe von der Ebbe und Fluth verſchafften ſich die Römer, nachdem ſie ihre Eroberungen bis ans atlantiſche Meer fortgeſetzet hatten. **Cäſar** führt im vierten Buche ſeiner Commentarien vom galliſchen Kriege die Ebbe und Fluth an, und **Strabo** erzählt die Erſcheinungen derſelben nach allen dreyen Perioden, und erkläret ſie nach dem **Poſidonius** dadurch, daß das Meer die himmliſchen Bewegungen nachahme, in welchen ſich drey ähnliche Perioden befänden. **Plinius** [γ]) gibt außer den Erſcheinungen der Ebbe und Fluth auch die Urſache derſelben an.

Nachher fieng man an, Hypotheſen zur Erklärung der Ebbe und Fluth auszuſinnen. **Galilei** [δ]) nahm an, daß die Erde eine doppelte Bewegung beſitze, und ſucht dieſen Satz ſelbſt aus den Erſcheinungen der Ebbe und Fluth zu beweiſen. **Carteſius** [ε]) erklärte die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth aus ſeinen Wirbeln. Er nahm nämlich an, der Wirbel des Mondes werde beym Durchgange durch den Mittagskreis

α) De mundo, cap. 4. ſub fine.
β) Cohortat. ad Graec.
γ) Hiſtoria natural. L. II. c. 97.
δ) Dialog. de ſyſtemate coſmico. dial. 4.
ε) Principia philoſophiae P. IV. propoſ. 49. ſqq.

tagskreis dem Wirbel unſerer Erde begegnen, dadurch ſollten aber beyde Wirbel, weil der Raum zwiſchen beyden Körpern kleiner würde, in eine ſchnellere Bewegung kommen, und durch den daher entſtandenen Druck auf die Meeresfläche das Waſſer nöthigen, gegen die Küſten ſich zu erheben. Allein vermöge der Erfahrung auf der offenen See iſt es hinlänglich erwieſen, daß das Waſſer nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis ſich erhebt, und auf keine Weiſe niedergedruckt werde. Außerdem aber kann auch aus der Hypotheſe der Wirbel die zweyte Fluth nicht erkläret werden, welche erfolget, wenn der Mond durch den Mittagskreis unter dem Horizonte durchgeht. Auch die Erklärung des **Wallis** [α]) von den Erſcheinungen der Ebbe und Fluth aus der Bewegung des gemeinſchaftlichen Schwerpunktes der Erde und des Mondes verdient keinen Beyfall.

Aus vielen ſehr mühſam angeſtellten Verſuchen kam **Kepler** auf den Gedanken, daß zwiſchen allen Weltkörpern eine allgemeine gegenſeitige Anziehung Statt finde. Er ſagt mit ausdrücklichen Worten [β]), daß ſich die Erde und der Mond einander nähern, und endlich in ihrem gemeinſchaftlichen Schwerpunkte zuſammen kommen würden, wenn ſie keine Bewegung hätten. Die Ebbe und Fluth ſey eine bloße Wirkung des Mondes, und es würde der Mond das ganze Waſſer des Weltmeeres an ſich ziehen, wenn es nicht durchs Anziehen der Erde gehalten würde. Dieſe Vermuthung über die Urſache der Phänomene der Ebbe und Fluth hat er jedoch keiner weitern Unterſuchung unterworfen, ſondern vielmehr an andern Stellen von der Ebbe und Fluth nach ſeiner Gewohnheit mit dichteriſchen Ausdrücken geſprochen.

Nachdem endlich **Newton** die allgemeinen Geſetze der anziehenden Kräfte der Weltkörper unter einander fand, ſo war man erſt vermögend durch Hülfe derſelben die Erſcheinungen der Ebbe und Fluth befriedigend zu erklären. **Newton**

α) De aeſtu maris, opp. Tom. II. p. 737. ſqq.
β) Aſtron. noua tradita Commentat. de motu ſtellae Martis Prag. 1609. praef.

ton hat jedoch die dahin gehörigen Rechnungen bis auf alle Phänomene der Ebbe und Fluth nicht vollſtändig geliefert [α]). Nachdem aber die Akademie der Wiſſenſchaften zu Paris im Jahre 1740 die Erklärung der Ebbe und Fluth zur Preisfrage gemacht hatte, und die größten Mathematiker, die Herrn **Euler, Daniel, Bernoulli, Maclaurin** und **Cavalleri** dadurch veranlaßt waren, dieſen Gegenſtand recht vollſtändig zu unterſuchen, ſo wurde auch faſt alles, was ſich über die Urſachen der Ebbe und Fluth ſagen läßt, beynahe erſchöpft [β]). Eben dieſe Preisſchriften, nur die von **Cavalleri** ausgenommen, ſind im 3ten Theile der von den Herrn *le Seur* und *Jacquier* veranſtalteten Ausgabe den newtoniſchen principiorum philoſ. naturalis mathematicorum p. 133 ſqq. mit abgedruckt. Endlich hat auch **de la Lande** [γ]) dieſe Materie ſehr vollſtändig und ſchön vorgetragen.

Vermöge der anziehenden Kräfte des Mondes und der Erde gegen einander haben ſie ein Beſtreben, ſich wechſelſeitig zu nähern, und dieſes Beſtreben muß ſich nicht allein gegen das feſte Land, ſondern auch gegen das Waſſer äußern; je ſchiefer aber die Richtung der anziehenden Kraft iſt, deſto weniger wird ſie bewirken können, und umgekehrt, je weniger ſchief die Richtung derſelben iſt, deſto ſtärker wird ihre Wirkung ſeyn müſſen. In dieſem letztern Falle wird offenbar die Wirkung noch größer ſeyn, wenn die Oerter auf der Erdoberfläche dem Monde näher als ſonſt liegen, welches bey der Erdnähe Statt findet. Es ſey (fig. 112.) die Erde ſ mit Waſſer umgeben, ſo müßte ſelbiges ohne den Mond und ohne Umdrehung der Erde um ihre Axe vermöge der Schwere des Waſſers gegen den Mittelpunkt eine vollkommene Kugelfläche auf der Erde bilden. Läuft aber der Mond t in ſeiner Bahn um die Erde, ſo wird ſelbigem allemahl die eine Halbkugel der Erde zugekehret. Beyde haben nun gegen einander anziehende

ziehende

α) Principia phil. nat. mathem. l. III. propoſ. 24. 36. 37.

β) Pièces, qui ont remportées le prix de l'Academie Royale de ſcienc. en 1740 ſur le flux et reflux de la mer. im Recueil des pièces de prix Tom. IV.

γ) Aſtronomie liv. XXII.

ziehende Kraft, und daher kann die Oberfläche der Erde, welche mit Waſſer bedeckt iſt, keine vollkommene Kugelfläche mehr behalten. Iſt nämlich die Waſſerſtelle der Erdfläche dem Monde t am nächſten, ſo daß alſo dieſe Stelle in der geraden Linie e c auf der Erdoberfläche, und der Mond im Zenith derſelben ſich befindet, ſo wird auch die Anziehung des Mondes auf dieſe Stelle wirken, und die Schwere derſelben gegen den Mittelpunkt der Erde vermindern. Weil aber das Waſſer gegen den Mittelpunkt der Erde eine ungleich größere Anziehung hat als der Mond gegen das Waſſer, ſo kann das Waſſer von der Erde nicht entfliehen; allein ſein Druck nach dem Mittelpunkte der Erde wird doch dadurch vermindert. Was nun die andere Halbkugel b a d der Erde betrifft, ſo iſt dieſe von dem Monde weiter entfernet, und derjenige Punkt a am weiteſten, welcher in der verlängerten geraden Linie e c zwiſchen dem Mittelpunkte der Erde und des Mondes auf der Oberfläche der vom Monde abwärts gewendeten Halbkugel liegt. Das Waſſer an dieſer Stelle wird wegen ſeiner größern Entfernung vom Monde nicht ſo ſtark angezogen, als der Mittelpunkt der Erde; dadurch wird aber auch offenbar der Druck des Waſſers an dieſer Stelle gegen den Mittelpunkt der Erde ebenfalls vermindert. Wenn demnach das Waſſer an beyden entgegengeſetzten Stellen auf der Erdoberfläche keine ſo große Schwere gegen den Mittelpunkt der Erde hat, als das davon um 90 Grade entfernte in b und d, ſo kann auch das Gleichgewicht des Waſſers unter ſich nicht bleiben, ſondern es muß an jenen beyden Stellen ſich erheben und an dieſen beyden Stellen in b und d ſinken, und zwar ſo lange, bis ein vollkommener Gleichgewicht unter ihnen hergeſtellet iſt. Geſchieht nun das Erheben des Waſſers mitten auf dem Weltmeere, ſo muß nothwendig das Waſſer an den Ufern abfließen, und es entſteht daſelbſt Ebbe. Sobald aber der Mond in ſeiner Bahn weiter fortrückt, und die Stelle des Meeres ihn nicht mehr über ſich hat, ſo muß auch das aufgeſchwollene Waſſer mitten im Weltmeere ſich wieder ſenken, und folglich nach ſechs Stun-

den an den Ufern wieder in die Höhe ſteigen, und Fluth verurſachen. Hieraus erkläret es ſich nun, daß das Waſſer ſich nicht allein an der Seite, wo der Mond ſtehet, erhebet, ſondern auch an der gerade entgegengeſetzten Seite. Die Erfahrung lehret aber auch, daß die Fluth an einem Orte eintritt nicht nur nach der Culmination des Mondes, ſondern auch 12 Stunden darnach, nach dem Durchgange des Mondes durch die untere Hälfte des Mittagskreiſes. Wenn der Mond in ſeiner Bewegung über die Stelle b kömmt, ſo muß aus den angegebenen Gründen in b Fluth und an den vorigen Stellen Ebbe erfolgen.

Newton *) zeigt durch Rechnung, daß die Schwere der Seewaſſer nach der Sonne ſich zu ihrer Schwere nach der Erde wie 1 zu 12868200 verhalte, und zieht hieraus durch Vergleichung mit den Wirkungen der Schwungkraft die Folge, daß das Waſſer an den Stellen, welche unter der Sonne und der Sonne entgegengeſetzet ſind, um 23½ Zoll höher ſeyn müſſe, als an den Stellen, welche 90° von der Sonne entfernet ſind. **Maclaurin** findet nach einer genauern Berechnung die Zahl 22,8654 pariſer Zolle. Die Schwere gegen den Mond gibt **Newton** etwa 4½ Mahl ſo groß an, daß alſo beyde Kräfte zuſammen das Waſſer auf 10½ Fuß, und, wenn der Mond in der Erdnähe iſt, auf 12½ Fuß erheben können. **De la Lande** ſetzt die Schwere gegen den Mond nur etwa dreymahl ſo groß, als die gegen die Sonne. **Hube** gibt die Schwere gegen den Mond nur 2½ Mahl ſo groß an. Dieſe kleinen Verſchiedenheiten kommen hier aber weiter nicht in Betrachtung, indem es überhaupt zu wiſſen genug iſt, daß die anziehenden Kräfte des Mondes und der Sonne dieſe regelmäßigen Bewegungen des Waſſers auf der See bewirken, und daß die Anziehung des Mondes wegen ſeiner Nähe ſtärker als die der Sonne iſt.

Gerade in den Neu- und Vollmonden verbinden ſich die Wirkungen des Mondes und der Sonne zu gleicher Zeit, und müſſen daher ſtärkere Fluthen als ſonſt zu Wege bringen.

In

*) Principia philoſ. nat. mathem. lib. III. prop. 36.

In den Quadratſcheinen hingegen wirken die anziehenden Kräfte beyder einander entgegen, und es müſſen zu dieſer Zeit die Fluthen ſchwächer ſeyn. Je näher nun der Mond der Erde kömmt, deſto ſtärker müſſen ſich alſo auch die Fluthen ereignen. Befindet ſich alſo der Mond in der Erdnähe, ſo müſſen nothwendig zur Zeit des Neu- oder Vollmondes die ſtärkſten Fluthen ſich ereignen. Alles dieß ſtimmt auch vollkommen mit der Erfahrung überein.

Wenn unſere Erde ſich nicht um die Axe drehete, ſo müßte auch das Waſſer mit dem Augenblicke der Culmination des Mondes ſeinen höchſten Stand erreichen. Da ſich aber die Erde wirklich um ihre Axe drehet, ſo wird auch das gegen den Mond ſich aufgethürmte Waſſer wegen der Geſchwindigkeit der Umdrehung nicht ſo ſchnell wieder ſinken können, als es durch den Umſchwung gegen Morgen zu fortgeführet wird. Hieraus folgt alſo, daß das durch die Umdrehung der Erde fortgeſchleuderte Waſſer gegen die Oſtſeite des Mondes höher ſtehen müſſe, als es ohne dieſe Umdrehung ſtehen würde; folglich kann auch die hohe Fluth nicht gleich unmittelbar mit der Culmination des Mondes erfolgen, ſondern ſie wird erſt einige Zeit darnach eintreten können. Dieſe Zeit, in welcher die hohe Fluth ſpäter erfolget, als der Durchgang des Mondes durch den Meridian, hängt von der Lage der Küſten und der Geſtalt der Meerbuſen ab. **De la Caille** fand, daß am Cap de bonne eſpérance die hohe Fluth ungefähr $2\frac{1}{2}$ Stunde nach dem Durchgange des Mondes durch den Mittagskreis eintrat, und **Maskelyne** *) ſetzt dieſe Zeit für die Inſel St. Helena auf $2\frac{1}{4}$ Stunde. Und in Rückſicht der Küſten, welche weiter abliegen, erfolgt die Fluth noch ſpäter. Wenn man die Phänomene der Ebbe und Fluth durch Rechnung beſtimmen will, ſo nimmt man dieſerwegen ſtatt des Mondes und der Sonne diejenigen Punkte des Himmels an, welche etwa 35° weiter gegen Morgen ſtehen, als dieſe Himmelskörper.

*) Philoſoph. transact. 1762.

Es folget auch noch hieraus, daß beym höchſten und niedrigſten Stande das Waſſer eine kleine Zeit ſtille ſtehet.

Wenn der Mond beſtändig im Aequator wäre, ſo würden die täglichen Fluthen gleich groß ſeyn, und gegen die Pole hin könnte gar keine Ebbe und Fluth Statt finden; es würde folglich auch an den dem Pole nahe liegenden Küſten dieſe Bewegung nur ſchwach und unmerklich ſeyn, beſonders da wegen des Eiſes und der Stellung der Küſten der Ebbe und Fluth eigene Hinderniſſe entgegenſtehen. Da ſich aber der Mond doch nie vom Aequator über 28 Grade entfernet, ſo ſieht man hieraus ein, warum in der Nähe der Pole und 65 Grade nördlicher und ſüdlicher Breite hinaus die Ebbe und Fluth nicht mehr merklich iſt.

Weil der Mond täglich einen Tagekreis beſchreibt, welcher mit dem Aequator parallel iſt, ſo werden auch die Gewäſſer unter den Polen den ganzen Tag über gleich hoch ſtehen, weil der Mond in allen Punkten des Tagekreiſes gleich weit von den Polen abſtehet. Am folgenden Tage hingegen, an welchem der Mond einen höhern oder niedrigern Tagekreis beſchreibet, werden auch die Gewäſſer etwas höher oder niedriger ſtehen, als am vorigen Tage.

Im Sommer geſchieht der obere Durchgang des Mondes durch den Mittagskreis in den Neu- und Vollmonden, wenn er nördliche Breite hat, ſonſt aber der untere, wenn er ſüdliche Breite hat. In beyden Fällen muß alſo die Fluth zu Mittage ſtärker als die des Morgens ſeyn. Daraus wird es begreiflich, daß die oben angeführten Erſcheinungen ſo erfolgen müſſen, daß nämlich die Abendfluthen im Sommer beym Neu- und Vollmonde ſtärker als die Morgenfluthen ſind. Das Gegentheil ereignet ſich im Winter.

Wenn man näher gegen die Pole zu kömmt, ſo trifft man Oerter, an welchen der Mond beym untern Durchgange um 90° vom Zenith entfernet iſt, wo folglich keine Erhebung der Gewäſſer, ſondern vielmehr eine Erniedrigung derſelben Statt findet. An ſolchen Oertern erfolget alſo binnen 24 Stunden nur ein Mahl Ebbe und Fluth.

Da in einem Monathe die anziehenden Kräfte des Mondes und der Sonne nur zwey Mahl auf die Gewäſſer zuſammen vereint wirken, nämlich im Neu- und Vollmonde, ſo hängt außer dieſen Zeitpunkten der Augenblick der hohen Fluth weder vom Monde allein, noch auch von der Sonne allein ab, ſondern vielmehr von einem zwiſchen beyden Himmelskörpern inne liegenden Punkte. Beweget ſich nun der Neumond oder der Vollmond nach den Quadratſcheinen hin, ſo fällt dieſer Punkt mehr abendwärts als der Mond, geht mithin früher durch den Mittagskreis, und die Fluth ereignet ſich etwas früher; beweget ſich hingegen der Mond von einem Quadratſcheine zu dem Voll- oder Neumonde, ſo fällt der angeführte Punkt vom Monde morgenwärts, geht ſpäter durch den Mittagskreis, und die Fluth ereignet ſich ſpäter.

Weil die Sonne im Winter der Erde etwas näher, als im Sommer ſteht, ſo folgt auch daraus, daß unter ſonſt gleichen Umſtänden die Fluthen um die Winterſonnenwenden etwas ſtärker, als die im Sommer ſeyn müſſen.

Alle dieſe Sätze, welche nur im Allgemeinen angegeben werden konnten, laſſen ſich durch Hülfe der Rechnung noch überzeugender und beſtimmter darthun. Dieſe Rechnungen können hier jedoch nicht weiter erörtert werden; man findet ſie vollſtändig in den oben angeführten Schriften. Auch ſind daraus noch folgende Reſultate entwickelt worden:

1. In den Neu- und Vollmonden iſt die Zeitdauer zwiſchen den hohen Fluthen am erſten und zweyten Tage 24 Stunden 35 Minuten, mithin geht die Fluth dem täglichen Umlaufe des Mondes, welcher 24 Stunden 50 Minuten beträgt, um 15 Minuten voran.

2. In den Quadratſcheinen hingegen iſt dieſe Zeitdauer 25 Stunden 15 bis 40 Minuten, und es bleibt daher die Fluth gegen den täglichen Umlauf des Mondes um 25 bis 50 Minuten zurück, nach dem der Mond in der Erdferne oder Erdnähe ſich befindet.

3. Der Tag, an welchem dieſe Zeitdauer das Mittel zwiſchen ſeinen äußerſten Grenzen hält, fällt den Quadratſcheinen näher als den Neu- und Vollmonden.

4. Die veränderten Höhen der Fluthen ſind um die Neu- und Vollmonde und Quadratſcheine am geringſten, ſo wie Wachsthum und Abnahme jeder Größe da am geringſten iſt, wo ſie ein Größtes oder Kleinſtes wird.

5. Die größten veränderten Höhen liegen den Quadratſcheinen am nächſten.

6. Die Höhe der Fluth über das niedrigſte Waſſer, an jedem Orte, iſt der größten Höhe des Waſſers gleich multipliciret durch das Quadrat des Sinus der Höhe oder Tiefe des Weltkörpers, wo für die Höhe dieſes Körpers der oben angeführte zwiſchen der Sonne und dem Monde liegende Punkt zu nehmen iſt.

Hieraus folgt zur Berechnung der Höhe der Fluth an jedem Orte folgende Regel: man ſuchet die Stelle des Mondes und der Sonne und ihre Entfernungen von der Erde, und berechnet hieraus ihre Abweichungen und ihre Höhen für den beſtimmten Ort, nimmt jedoch hierbey den Stundenwinkel um ſo viel größer, ſo viel ſpäter an den Tagen der Neu- und Vollmonde die hohe Fluth nach der Culmination des Mondes erfolget. Das Quadrat des Sinus dieſer gefundenen Höhe in die größte Wirkung des Mondes für die gefundene Entfernung multipliciret, gibt die Höhe des Waſſers über den niedrigſten Stand für die Wirkung des Mondes. Eine ähnliche Rechnung für die Sonne gibt eben dieſe Höhe für ihre Wirkung. Beyde Höhen zuſammen genommen, beſtimmen die verlangte Höhe.

Die größten Wirkungen der Sonne und des Mondes, welche in dieſen Rechnungen vorkommen, findet man aus ihren Entfernungen von der Erde durch den Satz, daß ſich die Wirkungen verkehrt wie die Würfel der Entfernungen verhalten, und bey den mittlern Abſtänden für die Sonne 2 par. Fuß, für den Mond $2\frac{1}{2}$ Mahl ſo viel, alſo 5 Fuß betragen.

Bey

Bey alle dem machen aber doch die verſchiedenen Lagen der Oerter, die Richtungen der Meerengen und die Geſtalt der Küſten verſchiedene Abänderungen in Anſehung der Zeit des Erfolgs, der Dauer und der Stärke der Fluth. Selbſt die Winde und Meeresſtröme können in der Stärke der Fluth eine große Aenderung zu Wege bringen. Uebrigens iſt in kleinen Meeren, wie z. B. im mittelländiſchen, kaspiſchen Meere, in der Oſtſee u. ſ. f. kaum eine Wirkung der Ebbe und Fluth zu verſpüren, weil alle Stellen ſolcher Meere beynahe gleich ſtark vom Monde angezogen werden.

Ob es gleich gar keinem Zweifel unterworfen iſt, daß die Phänomene der Ebbe und Fluth durch die anziehenden Kräfte des Mondes und der Sonne bewirket werden, weil die Erfahrung damit aufs vollkommenſte übereinſtimmet, ſo hat doch einer der ſcharfſinnigſten Naturforſcher, Herr **Hube** *) in Warſchau, die bisherigen Erklärungen für ganz unzureichend gehalten. Er beſchuldiget **Newton** und alle ſeine Nachfolger, **Leonh. Euler**, **Daniel Bernoulli**, **Maclaurin** u. a., daß ſie bey Erklärung der Erſcheinungen der Ebbe und Fluth den wahren Geſichtspunkt verfehlet hätten, indem hier nicht ſo wohl die Frage ſey, woher es komme, daß das Meer an einem Orte höher, an dem andern niedriger ſtehe, als vielmehr, welche Urſache ſo gewaltſame und ſo ſonderbare Bewegungen in dem Meere hervorbringe. Nach **Newton** ſoll durch die vereinigte Wirkung der Sonne und des Mondes das Meer um 10 zuweilen höchſtens um 12 Fuß höher ſtehen, als an den Oertern, welche 90° davon abſtehen. Würde eine ſo geringe Ungleichheit des Drucks in einer ſo ungeheuern Weite wohl merklich ſeyn, oder eine merkliche Bewegung im Meere hervorbringen können? Ueberdieß könne die Erhebung, welche ſich **Newton** gedenke, nie zu Stande kommen, und die durch den verſchiedenen Druck des Waſſers gebildete Afterkugel ſey ein bloßes Werk der Einbildung. Wenn die Erde ſich nicht drehete, ſo gebe er zu, daß das Meer

*) Vollſtändiger und faßlicher Unterricht in der Naturlehre. Bd III. Leipz. 1794. 30. bis 32. Brief.

Meer die Geſtalt einer ſolchen Kugel annehmen würde; allein es würde gewiß ſehr viele Zeit gebrauchen, ehe es ſich in dieſe Geſtalt ſetzen könnte, da aus dem höchſt geringen Unterſchiede des Druckes nur eine höchſt ſchwache Bewegung im Meere entſtehen könnte. Und dennoch muß das Waſſer von unten an beyden Seiten durch 1350 Meilen fortfließen, um die gehörige Erhöhung unter der Sonne oder dem Monde zu bilden. Wie ſey es aber möglich, daß dieſe Erhöhung jetzt zu Stande kommen könnte, da die Erde ſich in 24 Stunden um ihre Axe drehe, da daſſelbe Waſſer, welches jetzt ſchwerer iſt, wieder leichter wird, faſt ehe es noch anfängt fortzufließen; da alſo jede anfangende Bewegung des Meeres, ehe ſie noch hat merklich werden können, wieder vernichtet werde? Mit einem Worte, das Meer habe wegen der Umdrehung der Erde um ihre Axe gar nicht Zeit, ſich um die Erdkugel herum ins Gleichgewicht zu ſetzen. Es könne alſo auch unmöglich eine Geſtalt annehmen, die nur bey einem vollkommenen Gleichgewichte aller ſeiner Theile Statt finden würde.

Wenn man die Urſachen der Ebbe und Fluth gehörig erklären wolle, ſo müſſe man nicht ſo wohl, wie **Newton** gethan hat, auf die Größe der Kräfte, mit welchen Sonne und Mond auf die Erde wirken, als vielmehr auf ihre Richtung ſehen. Durch die Wirkung des Mondes und der Sonne entſtehen nämlich auf der Erdoberfläche Tangentialkräfte, und dieſe ſeyen es eigentlich, durch welche die Ebbe und Fluth erzeuget werde. Wenn (fig. 112.) f die Erde, c ihr Mittelpunkt und in t die Sonne oder der Mond iſt, ſo wird jeder Punkt der Oberfläche der Erde durch die Sonne oder den Mond, indem er von b nach e, oder von d nach a geht, beſchleunigt, zwiſchen e aber und d, und zwiſchen a und b verzögert. Dieſe Tangentialkraft aber, mit welcher die Sonne oder der Mond jeden Punkt des Umfanges der Erde gegen e oder a gehet, iſt in e, d, a, b = o und mitten zwiſchen dieſen Punkten allezeit am größten.

Dieſe Kraft iſt allenthalben auf die Richtung der Schwere ſenkrecht. Sie durchdringt die ganze Maſſe der Meere, und iſt

iſt an jedem Orte der Erde, ſo wie die Schwere, bis auf den Grund des Meeres ſich ſelbſt faſt vollkommen gleich. Sie iſt alſo eine der Schwere ähnliche Kraft, und ändert die Richtung derſelben. Denn geſetzt (fig. 113.) ad zeige die Richtung und Größe der Schwere an irgend einem Orte der Erde und ab die Tangentialkraft der Sonne und des Mondes an, ſo wird nunmehr an demſelben Orte die Richtung der Schwere nicht mehr nach ad, ſondern nach der Diagonale ac des Parallelogramms abcd gehen, ſo lange ſich daſelbſt die Kraft ab nicht ändert. Iſt nun die in e verlängerte Linie ab die Horizontallinie desſelben Ortes und af auf ac ſenkrecht, ſo werden die Winkel fae und dac einander gleich, und af verhält ſich zu fe = ad zu ab, wenn ef auf af ſenkrecht iſt. af iſt die eigentliche Horizontallinie der neuen Schwere ac, und das Meer kann nicht in Ruhe ſeyn, als bis ſich ſeine Oberfläche in dieſer Linie befindet. Die alte Horizontallinie ae iſt nunmehr eine geneigte Ebene, an welcher das Waſſer durch ſeine eigene Schwere herabgetrieben wird.

Freylich iſt dieſe Veränderung in der Richtung der Schwere ſo ſehr klein, daß ſie ſich an keinem Bleylothe auf irgend eine Art bemerken läßt. Sie kann auch auf dem feſten Lande keine einiger Maßen merkliche Folgen haben; allein dennoch iſt ſie unſtreitig im Stande, Meere, die tief und groß genug ſind, zum Fluſſe zu bringen. Denn ſollte auch die Oberfläche des Meeres nur den 15 oder 16 Theil von der Neigung des Amazonenfluſſes betragen, ſo würde auch ſchon eine merkliche Strömung entſtehen müſſen. Da nun der Fall des Amazonenfluſſes nach **de la Condamine** nur einen Zoll auf 27000 Fuß beträgt; ſo verhält ſich auch der ſechzehnte Theil von $\frac{1}{27}$ Zoll $= \frac{1}{5184}$ Fuß zu 1000 wie 1 : 5184000, und ungefähr in einem ſolchen Verhältniſſe iſt auch die Tangentialkraft des Mondes zur Schwere, welche mehrentheils noch durch die Kraft der Sonne verſtärkt wird. Alſo verhält ſich auch fe : af eben ſo, und die Neigung der Linie ae unter af iſt folglich

folglich oft mehr als der 15te Theil der Neigung des Amazonenſtroms.

Die Oberfläche der Gewäſſer auf der ganzen Erde erhält alſo durch die von der Sonne und Monde bewirkte Veränderung in der Richtung der Schwere eine Neigung, von der einen Seite gegen e (fig. 112.) von der andern gegen a zu fließen, und dieſe iſt hinreichend, große und tiefe Meere in eine merkliche Bewegung zu ſetzen. Wenn nämlich die Erde ſich von b durch e nach d drehet, ſo entſteht in den Waſſertheilen bey b eine eigene und beſondere Bewegung, die auch gegen e gerichtet iſt, alſo von Weſten nach Oſten gehet. Dieſe wird 6 Stunden lang und am ſtärkſten mitten zwiſchen b und e beſchleunigt. In e hört alle Beſchleunigung auf, aber dennoch dauert die Bewegung noch nach derſelben Richtung fort. Sie wird über e hinaus immer mehr verzögert, würde aber dennoch bis in d fortdauern, wenn ſie nicht von b an durch allerley unvermeidliche Hinderniſſe beſtändig geſchwächt werden möchte; ſie hört alſo ſchon in einem Punkte f auf, welcher von e vermöge der Erfahrung mehrentheils an 30° entfernet iſt. Hier iſt das Meer am höchſten über die Horizontallinien e f erhoben, und es iſt daſelbſt Fluth. Nun fängt das Waſſer, indem es aus f weiter gegen d geht, an abzufließen und rückwärts gegen e, alſo von Oſten nach Weſten zu ſtrömen. Dieſe Bewegung wird nach und nach immer mehr beſchleuniget, bis endlich in d alle Beſchleunigung aufhöret. Aber dennoch dauert der Rückfluß eben ſo, wie vorher der Zufluß, noch durch etwa 30 Grade bis in g fort. Hier hört er auf, es iſt daſelbſt Ebbe und das Waſſer am niedrigſten unter d g. Von g an fängt das Waſſer an gegen a zu fließen, es bildet hinter a eine zweyte Fluth in h, und da es von hier an wieder rückwärts fließt, ſo entſteht unter b eine zweyte Ebbe in k.

Bliebe der Mond während der Umdrehung der Erde um ihre Axe beſtändig an einer Stelle, ſo würde zwiſchen jeder Fluth und der nächſten Ebbe 6 Stunden verfließen, weil die Erde bey ihrer Umdrehung an 6 Stunden Zeit gebrauchet,

um

um durch e d, d a u. ſ. zu gehn. Aber da der Mond indeſſen auch von Weſten nach Oſten und zwar ins Mittel um 13 Grad 10 Min. 35. Sek. weiter fortrückt, ſo braucht der Punkt e an 24 Stunden 50 Minuten Zeit, um nach einer Umwälzung der Erde wieder in die Linie l c zu kommen, welche die Mittelpunkte des Mondes und der Erde vereiniget. Da nun der Mond zu der Bewegung des Meeres bey weitem das meiſte beyträgt, ſo müſſen zwiſchen der Fluth des einen und der des folgenden Tages an jedem Orte im Mittel 24 Stunden 50 Minuten verfließen, und dieß ſtimmt auch mit der Erfahrung völlig überein.

Deſſen ungeachtet aber wird die Ebbe und Fluth durch die Wirkung der Sonne, nach Beſchaffenheit ihrer Lage gegen den Mond, bald merklich verſtärkt, bald merklich vermindert. Wenn der Mond in den Syzygien iſt, wenn alſo Sonne und Mond in eben derſelben geraden Linie l e liegen, ſo wirken beyde Himmelskörper am meiſten übereinſtimmend auf die Erde. Die Wirkung des Mondes wird alſo durch die Sonne am meiſten verſtärkt, und Ebbe und Fluth ſind alsdann am größten. Wenn aber der Mond in ſeinen Vierteln iſt, und ſich alſo irgendwo in der Linie b d, die Sonne aber in l befindet, ſo geſchieht die Wirkung bloß mit dem Unterſchiede ihrer Kräfte, und iſt überhaupt am kleinſten. Denn indem der Mond z. B. das Waſſer von e nach d treibt, zieht die Sonne es zugleich von d nach e. Alſo iſt Ebbe und Fluth in den Mondvierteln am kleinſten, und rührt alsdann bloß vom Unterſchiede derſelben Kräfte her, die in den Syzygien vereint ſind.

Das in der Gegend der Fluth angehäufte Waſſer würde immer fortfahren zurück zu fließen, wenn auch Sonne und Mond auf das Meer zu wirken ganz aufhörten. Es würde durch ſein eigenes Gewicht ſich hin und her bewegen, und noch einige Fluthen und Ebben machen, deren aber immer eine viel ſchwächer ſeyn würde als die andere, ehe es ganz in Ruhe käme. Hieraus iſt leicht zu begreifen, daß die Höhe einer Fluth nicht bloß von der Größe der Kraft abhängt,

durch welche ſie erzeuget wird, ſondern daß auch die nächſt-vorhergehenden Fluthen um deſto mehr dazu beytragen, je größer ſie ſind. Vor dem Vollichte z. B. ſind die Fluthen mittelmäßig, und am Tage des Vollichtes groß. Nun nimmt zwar hierauf die Kraft, mit welcher das Meer beweget wird, ab, aber Anfangs doch nur ſehr wenig. Alſo werden die zwey gleich aufs Vollicht folgenden Fluthen gewöhnlich größer als die eigentliche Fluth des Vollichtes. Denn die Kraft bleibt bey allen dieſen Fluthen faſt gleich groß, und jede folgende folgt auf eine größere Fluth, als jede vorhergehende. So bald aber die Kraft merklich abgenommen hat, werden auch die Fluthen kleiner. Auf eine ähnliche Art nehmen auch nach den Vierteln die Fluthen noch etwa durch anderthalb Tage immer ab, da jede der folgenden eine kleinere Fluth vor ſich hat, als jede der vorhergehenden, und die Kraft in dieſer Zeit faſt gar nicht merklich zunimmt.

Die Springfluthen ſind am größten, wenn der Mond in der Erdnähe, und am kleinſten, wenn er in der Erdferne iſt. Denn der Mond wirkt überhaupt um deſto ſtärker auf die Erde, je näher er ihr kömmt.

Wenn der Mond zwiſchen den Syzygien und den Vierteln iſt, wenn er ſich in der Linie (fig. 114.) cl oder cm befindet, die Sonne aber in ſ, und der Winkel lcſ oder mcſ von 45 Grad iſt, ſo kömmt die Fluth von der einen Seite um mehr als eine Stunde ſpäter, und von der andern um mehr als eine Stunde eher an, als ſie nach der mittleren Zeit ankommen ſollte. Denn iſt der Mond in l, ſo fängt er zwar ſchon das Waſſer in n an zu verzögern; allein die Verzögerung iſt nahe bey n nur ſehr geringe. Hingegen wird dasſelbe Waſſer durch die Sonne noch immerfort beſchleuniget, und zwar am ſtärkſten in n mitten zwiſchen d und a. Da alſo um n herum die Kraft der Sonne größer iſt als die des Mondes, ſo dauert auch die Bewegung des Waſſers gegen a zu wirklich länger als gewöhnlich, und die hohe Fluth, die ſonſt in f geweſen ſeyn würde, erfolgt erſtlich in g; dagegen

iſt

iſt von der andern Seite die Fluth ſchon in i, die ohne die Wirkung der Sonne erſt in h geweſen ſeyn würde.

Ueberhaupt wird die Zwiſchenzeit der Fluthen von a bis e, und zwiſchen b und d durch die Wirkung der Sonne verkürzt, zwiſchen e aber und b wie auch durch d a verlängert. Nahe an a und b pflegen die verkürzten Zwiſchenzeiten von 24 Stunden 35 Minuten, und nahe an d und e die verlängerten von 25 Stunden 25 Minuten zu ſeyn, an ſtatt daß im Mittel jede Zwiſchenzeit 24 Stunden 25 Minuten halten ſollte. Indeſſen ſind die Verkürzungen und Verlängerungen am ſtärkſten in n und o wie auch mitten zwiſchen e und b und zwiſchen b und d.

Die Zeit der Fluthen hängt unſtreitig auch zum Theil von der Beſchaffenheit der Meere ab. In dem Ocean des heißen Erdſtrichs erfolgt mehrentheils die Springfluth 2¼ Stunde nach dem Durchgange des Mondes durch den Meridian, und ſie iſt mitten im Meere nicht über 2 bis 3 Fuß hoch. Gibt es nun Striche, wo die Meere wenig tief ſind, und wo häufige Klippen und Ungleichheiten des Bodens die Bewegung des Waſſers ſehr ſchwächen, ſo müſſen daſelbſt die Fluthen nur geringe ſeyn, und zeitiger ankommen, als anderwärts, weil das Waſſer ſeine Bewegung eher verliert. Unfehlbar findet dieſer Fall auf dem ſtillen Meere bey Taiti Statt, wo die Springfluthen nur einen Fuß hoch ſind, und ½ Stunde eher ankommen, als der Mond durch den Meridian gehet.

Wenn auch gleich bey dieſer Erklärung der Fluthen mitten im großen Meere unter dem Aequator iſt angenommen worden, daß die Sonne oder der Mond in der Ebene dieſes Kreiſes ſich befinde, ſo ändert doch dieß in der Hauptſache nichts, weil ſich beyde von dieſer Ebene nicht weit davon entfernen.

Nach **Newton** und der gemeinen Theorie ſollten die Fluthen um den Aequator viel größer ſeyn, als irgend anderswo. Allein die Erfahrung widerſpricht dieſem Satze ſo laut, daß Herr **Hube** dieſen Widerſpruch für die bündigſte Widerlegung jener Theorie hält. Es gibt zwar in dem heißen

Erdſtriche Küſten, wo die Fluth auf 6 bis 8 Fuß und wohl höher ſteigt; allein dieſe außerordentliche Höhe hat unfehlbar bloß in der beſondern Lage der Küſten ihren Grund. Sonſt ſind mitten in den Meeren dieſes Erdſtrichs, nach dem einhelligen Zeugniſſe der glaubwürdigſten Reiſenden, ſelbſt die größten Fluthen nie höher als einen oder 2 bis 3 Fuß. Hierüber haben wir Beobachtungen von der Inſel St. Helena, von den philippiniſchen und moluckiſchen Inſeln, von Martinike, von Taiti, von Guinea unter dem 4 Grad nördlicher Breite und von vielen andern Gegenden. Herr **le Gentil**, Herr **Adanſon**, Herr **Deverdün** und viele andere Seefahrer bekräftigen dieſe Wahrheit, und ſelbſt am Vorgebirge der guten Hoffnung ſteigt die Fluth nur höchſtens auf 3 Fuß.

Kömmt man aber nach Norden zu in den gemäßigten Erdſtrich, ſo findet man die Höhe der Fluthen vermehrt. Bey den kanariſchen Inſeln, etwa unter dem 30 Grad Breite, ſteigen die Springfluthen auf 7 bis 8 Fuß; an den Küſten von Marocko und denen von Spanien vor der Meerenge von Gibraltar bis ans Vorgebirge St. Vincent, alſo etwa bis auf 37 Grad Breite, auf 10 Fuß; an den Küſten von Portugall und Spanien bis auf etwa 43 Grad Breite auf 12 Fuß; vom Vorgebirge Finisterrä bis zum Ausfluſſe der Garonne, alſo bis etwa an 46 Grad Breite, auf 15 Fuß; bey der Inſel Rée und bis zum 48 Grad der Breite auf 18 Fuß; in der Bay, worin St. Malo liegt, alſo unter 48 bis 49 Grad Breite, auf 20 bis 45 Fuß und höher. Nun fangen die Fluthen an der Küſte der Normandie wieder allmälig an abzunehmen, und werden bis gegen den Pol zu immer kleiner, ſind aber ſelbſt in der Hudſonsbay, in der Baſſinsbay und in der Höhe von Spitzbergen noch immer ſehr merklich und oft viel größer, als ſelbſt unter dem Aequator.

Die ſehr große Höhe der Fluthen in dem Eingange des Kanals, an den Küſten der großen Bucht von St. Malo kann zum Theil von der Lage dieſer Küſten herrühren; allein dennoch kann ihre ganz regelmäßige Zunahme vom Aequator an keinen zufälligen Umſtänden zugeſchrieben werden.

Es ſcheint vielmehr ausgemacht zu ſeyn, daß die Fluth im atlantiſchen Ocean zwiſchen den 40 und 50 Grad der Breite überhaupt am größten iſt, und von da gegen den Pol von einer, und gegen den Aequator von der andern Seite immer mehr abnimmt. Selbſt an den ſchottiſchen und iriſchen Küſten ſteigt ſie faſt überall auf 18 Fuß. In der ſüdlichen Hälfte der Erdkugel ſcheint eben dieß Geſetz Statt zu finden; wenigſtens erhebt ſich nahe an der magellaniſchen Meerenge die Fluth bis auf 20 oder 25 Fuß.

Nach der gemeinen Theorie der Ebbe und Fluth läßt ſich dieſe Erſcheinung gar nicht erklären, ſie kann aber nach eben angeführten Gründen alſo eingeſehen werden: man ſtelle ſich (fig. 115.) den Mond l in der Ebene des Aequators e, und in irgend einem Parallelkreiſe d einen Punkt a vor. c ſey der Mittelpunkt, n ſ die Axe der Erde, und a b auf der Ebene des Aequators ſenkrecht, ſo ſieht man leicht, daß die nach a l gerichtete Kraft, womit der Mond den Punkt a anzieht, in zwey andere Kräfte, die eine nach a b, die andere nach b l oder a m, aufgelöſt werden kann. Mit der letztern, deren Richtung allezeit mit b l parallel iſt, zieht der Mond den Kreis d völlig eben ſo, als wenn er in m, in der Ebene des Kreiſes d läge, nur daß ſeine Ziehkraft um deſto ſchwächer wird, je größer a b iſt. Alſo werden die Meere im Parallelkreiſe d völlig eben ſo, wie im Aequator, nur mit ſchwächern Kräften, von Weſten nach Oſten, oder von Oſten nach Weſten getrieben. Die Kraft aber nach a b muß in eine nach c gerichtete a f, und in eine Tangentialkraft a g zerleget werden. Die erſtere vermehret die Schwere in a, durch das zweyte aber wird das Waſſer aus a gegen den Aequator getrieben. Dieſe letzte iſt unter einer Breite von 45 Grad am größten. Die im Parallelkreiſe d ſtrömenden Wäſſer werden alſo beſtändig gegen den Aequator zu getrieben, und zwar am ſtärkſten unter einer Breite von 45 Grad. Wenn daher etwa 30 Grad vom Monde die ſtrömenden Waſſer von einem Pole n bis zum andern ſ auf dem Meridiane n a ſ einen Waſſerberg bilden, ſo iſt dieſer unter einer Breite

von 45 Graden am größten. Jedoch gilt dieſes nur in dem Falle, da Sonne und Mond ſich im Aequator befinden. Wegen der Abweichung aber, die beyde Geſtirne mehrentheils haben, laſſen ſich die Punkte der ſtärkſten Fluthen ſo genau nicht beſtimmen. Indeſſen kann man doch ſagen, daß ſie zwiſchen den 40ten und 50ten Grad der Breite fallen müſſen.

Es gibt noch einen anderen Umſtand, wodurch ſich die Fluthen außer dem Aequator von denen unter ihm unterſcheiden. Wenn nämlich der Mond eine gewiſſe Abweichung hat, ſo fallen die Punkte h und i, die eben ſo weit vom Monde entfernet ſind, und alſo auch eben ſo ſtark angezogen werden, als der Mittelpunkt der Erde c, nie in einen Durchmeſſer ihres Parallelkreiſes, ſondern bey den Bogen h d i und h o i iſt immer einer kleiner oder größer als der andere. Dieſer Unterſchied nimmt gegen die Pole immer mehr zu, und er verurſachet, daß die zwey nächſten Fluthen, die ſich in beyden Bogen bilden, einander allezeit ungleich ſind. Ihre Ungleichheit kann ſo weit gehen, daß die eine Fluth bey einer hohen Breite von etwa 60 Grad und drüber oft ganz unmerklich wird, und daß alſo das Meer in 24 Stunden nur ein Mahl fluthet. Schon an den franzöſiſchen Küſten ſind aus dieſer Urſache die Springfluthen im Sommer bey Tage merklich höher und im Winter merklich niedriger, als bey der Nacht. Dasjenige, was der einen Fluth abgeht, wächſt gleichſam der andern zu, und die Tagefluthen würden nahe an den Polen im Sommer lange ſo groß nicht ſeyn, als ſie wirklich ſind, wenn die Nachtfluthen nicht ſehr klein oder gar unmerklich wären.

Wenn die Fluthen großer und tiefer Meere, indem ſie ſich den Küſten nähern, genöthiget ſind, ſich in engen Durchgängen zuſammen zu drängen, ſo wird ihre Bewegung oft ſehr ſtark beſchleunigt, ſo wie auch Ströme ſchneller fortfließen, wenn ihr Bett ſich verengt. Stoßen ſie nun zuletzt mit einer ſo vermehrten Geſchwindigkeit an die Küſten, ohne daß ſie an ihnen zur Seite abfließen und ſich ausbreiten können, ſo erheben ſie ſich ſo lange, bis ſie ihre ganze Bewegung

verlieren, und fließen hierauf wieder denſelben Weg zurück, welchen ſie gekommen ſind. Sie erheben ſich alsdann um deſto höher, je größer die Geſchwindigkeit war, mit welcher ſie an die Küſten anſtießen, und ſteigen deßhalb oft auf eine ungemeine Höhe. Dieſer Fall ſcheint unter andern bey St. Malo Statt zu finden, wo die Fluth zuweilen bis auf 80 Fuß und höher ſteigt. Ueberhaupt werden die Fluthen des atlantiſchen Meeres, indem ſie ſich in dem Kanale zuſammendrängen, beſchleunigt, und da ſie von Nordweſten herkommen, ſo ſtoßen ſie vorzüglich auf die franzöſiſchen Küſten, und erheben ſich daher an dieſen auch höher, als an den engliſchen.

In den kleinern Meeren kann, wenn ſie entweder von Oſten nach Weſten wenig ausgedehnt, oder auch wenn ſie ſeicht ſind, keine merkliche Ebbe und Fluth entſtehen, obgleich der Mond und die Sonne in ihnen oft Bewegungen hervorbringen, die aber zu ſchwach ſind, um mitten auf den Meeren merkliche Erhebungen zu verurſachen. Bloß hier und da in einigen Buchten an den Küſten, wo das bewegte Waſſer ſtark zuſammengedrängt wird, bemerkt man ein geringes Fallen und Steigen desſelben. So verhält ſich die Sache mit dem mittländiſchen, dem ſchwarzen, dem baltiſchen Meere u. ſ. w. Haben dergleichen Meere mit großen und tiefen Meeren Gemeinſchaft, welche fluthen, ſo kömmt alles auf die Weite und Beſchaffenheit der Meerengen an, welche zwiſchen ihnen ſind. Das mittelländiſche Meer z. B. iſt ſehr breit, und hat bey Gibraltar eine ſchmale Meerenge. Das fluthende Waſſer des atlantiſchen Meeres wird in dieſer zwar beſchleunigt, da es aber gleich darauf ſich nach allen Seiten verbreiten kann, ſo verliert es in kurzer Zeit faſt ſeine ganze Bewegung, und kann ſich daher an den Küſten nicht merklich erheben. Eine ähnliche Bewandniß hat es mit der Oſtſee. Das rothe Meer hingegen hat bey Babelmandel eine an 10 deutſche Meilen breite Meerenge, iſt alſo ſehr offen und dabey ſchmal. Daher behalten die eintretenden Fluthen

ihre Höhen und Geſchwindigkeiten bey, indem ſie durch dieſes Meer heraufſteigen.

Wenn Flüſſe ſich in Meere ergießen, welche fluthen, ſo ſteigt die Fluth zwar langſam, aber dennoch oft bis auf eine große Weite in ihnen herauf, weil das fluthende Meer ihre Oeffnung gleichſam verſtopft, und dadurch das Waſſer aufſtauet. So müſſen oft auch große Seen, wenn ſie gleich auch weit ſind, einer merklichen Ebbe und Fluth unterworfen ſeyn, wenn ſie durch Straßen oder Meerengen einen ſtarken Abfluß in große und fluthende Meere haben. Dieſer Fall ſcheint unter andern bey der Hudſonsbay und Baffinsbay in Amerika Statt zu finden. Indeſſen läßt ſich von den beſondern Erſcheinungen der Ebbe und Fluth in gewiſſen Gegenden der Erde wenig Zuverläſſiges ſagen, weil uns ſichere Nachrichten der Umſtände fehlen, aus denen ſie erkläret werden müſſen.

So werden die Totalkräfte, mit welchen Sonne und Mond die Meere bewegen, ungemein anſehnlich, ungeachtet ihre Elementarkräfte ſo außerordentlich klein und unbeträchtlich ſind, bloß weil die Dichte und Maſſe der bewegten Meere ſo groß iſt. Die Geſchwindigkeit der fluthenden Gewäſſer iſt nach dem Zeugniſſe aller Reiſenden mitten auf dem Ocean wenig merklich, und vielleicht im Mittel kaum 2 bis 3 Fuß in einer Sekunde. Denn wenn in kleinen Meere die Fluthen, welche daſelbſt nicht entſtehen, ſondern nur aus dem Ocean herbeygetrieben werden, viel geſchwinder fortgehen, ſo kömmt dieſes bloß daher, daß eine ungeheure Waſſermaſſe einer viel kleinern ihre Bewegung mittheilet, und daß dieſe jener nicht anders ausweichen kann, als indem ſie ſehr ſchnell fortgeht. Wenn alſo auch der Mond und die Sonne der Atmosphäre der Erde mit denſelben Elementarkräften eine gleiche Geſchwindigkeit von 2 bis 3 Fuß beybrächte, ſo würde dennoch dieſe unſtreitig ganz unmerklich ſeyn. Allein ſelbſt jene geringe Geſchwindigkeit erzeugt ſich nur ſehr langſam und nach und nach in dem ruhigen Meere, und kann alſo in der Atmosphäre, wo beſtändig Winde herrſchen,

gar nicht ein Mohl zu Stande kommen. Ueberdieß iſt die Luft dem Waſſer ſehr unähnlich. Dieſes wird im Großen nur durch ſeine Schwere bewegt; in der Luft aber iſt die Federkraft eine unendlich wirkſamere Urſache der heftigſten Bewegungen als die Schwere. Die Atmosphäre iſt mit einer Waſſerſäule von etwa 30 Fuß Höhe im Gleichgewichte. Nimmt man an, daß der Ocean im Mittel 6000 Fuß tief iſt, und dieſe Tiefe iſt vielleicht noch zu klein, ſo ſieht man leicht, daß die Totalkraft, womit Mond und Sonne die Atmosphäre bewegen, kaum $\frac{1}{200}$ von der auf die Meere verwendeten Totalkraft iſt. Daher kann auch die mit dieſer Kraft bewirkte Veränderung in der Luft unmöglich merklich ſeyn. Und was vollends die Abnahme der Schwere der Atmosphäre betrifft, wie wäre es möglich ſie zu bemerken, da ſie kaum ein Fünfmilliontheilchen der ganzen Schwere ausmacht? Alles alſo, was einige von den großen Einwirkungen des Mondes auf unſere Atmosphäre und von der darin erregten Ebbe und Fluth ſagen, beruht auf Vorurtheilen.

So weit die eigenen Worte des Herrn **Hube**. Herr **Hube** ſcheint **Newton** und die großen Männer, **Euler**, **Bernoulli**, **Maclaurin** u. ſ. zu beſchuldigen, daß ſie bey ihren oft weitläuftigen Rechnungen über die Ebbe und Fluth keinesweges auf die Umdrehung der Erde um ihre Axe geſehen, ſondern ſie ganz allein für die ſtillſtehende Erde, für den Stand des Meeres gegen den Mond, nicht aber für ſeine Bewegung gemacht, und daher oft ſo glückliche Erklärungen gegeben hätten, welches doch keinesweges der Fall war. Herr **Fulda** *) ſagt in ſeinen Bemerkungen über **Hube's** Erklärung der Ebbe und Fluth: ſtellt man ſich, da die Kraft des Mondes nur auf die Verſchiebbarkeit der Waſſertheilchen an einander zu wirken vermag, um dieſe Erſcheinungen im Ganzen hinreichend erklären zu können, die Erde als eine mit Waſſer umgebene Kugel, und den Mond in der Ebene ihres Aequators vor, wie auch Herr **Hube** gethan, ſo werden, da die Diſtanz des Mondes von dem Mittel-

*) Grens neues Journ. der Phyſik. B. IV. S. 28 u. ſ.

punkt der Erde ungefähr 60 Erdhalbmeſſer beträgt, diejenigen Punkte des Aequators, welche nur 59 Erdhalbmeſſer von dem Mond entfernet ſind, ihn alſo ungefähr in ihrem Zenith haben, am ſtärkſten, diejenigen Punkte des Aequators hingegen, welche 61 Erdhalbmeſſer von dem Mond entfernet ſind, denen er alſo ungefähr im Nadir ſtehet, am ſchwächſten angezogen; daher wird das Waſſer in den erſtern ſich erheben, in den letztern aber gegen die erſtern zurückebleiben, folglich ſowohl in dieſen als jenen eine Fluth, in denen zu beyden Seiten 90° von ihnen entfernten Punkten, welchen durch dieſe Erhebung das Waſſer entzogen wird, eine Ebbe entſtehen.

Hierbey iſt nun bloß auf die Verminderung und Vermehrung der Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt der Erde durch den Mond Rückſicht genommen, und nur die Frage beantwortet, warum das Meer unter dem Aequator an einem Orte höher, an dem andern niedriger ſtehe. Es iſt aber auch dieſes nichts mehr, als die einfachſte Vorſtellung, welche man ſich von dieſer Sache machen kann, und welche man gewöhnlich gibt, um zu zeigen, wie man ſich in der Kürze von dem Erfolg dieſer Erſcheinung aus der Wirkung des Mondes auf die Erde überzeugen könne. Es iſt aber keinesweges die Beſchuldigung des Herrn **Hube** gegründet, daß **Newton** und noch vielmehr die eben genannten Männer bey dieſer Vorſtellung allein geblieben wären, und keine andere Kräfte, welche bey Umdrehung der Erde um ihre Axe dieſer Bewegung des Meeres hinderlich oder beförderlich ſind, in Betrachtung gezogen hätten. Herr **Fulda** ſucht die gemeine Meinung mit der des Herrn **Hube** auf folgende Art zu vereinigen:

1. Es ſey (fig. 116.) a d b e der Aequator der Erde, l der Mond in deſſen Ebene. Die Erde drehe ſich um ihre Axe nach der Richtung e a d b, und m ſey irgend ein Punkt oder ein Waſſertheilchen unter dem Aequator, welches nach den Geſetzen der Schwere von l nach der Richtung l m, und von c nach der Richtung m c im umgekehrten Verhältniſſe

der Quadrate der Entfernungen angezogen wird. Dieſe Kraft nach m l löſe man in zwey andere m p, m g, die Kraft nach der Richtung m c aber in m p, m f auf; ſo wird von den beyden leztern m g, m f, die eine durch die andere vermindert, daraus folgt eine geſchwächte Kraft m h. Die beyden erſtern m p aber wirken zugleich nach einerley Richtung, und geben eine verſtärkte m n. Die mittlere m t dieſer Kräfte m h, m n, iſt nun eigentlich diejenige, die das Gleichgewicht, in welchem der Punkt m gegen die übrigen ſteht, aufhebt; und dieſe gibt eine Tangentialkraft m q, und eine Veränderung in der Schwere m r, auf welche beyde unſer Augenmerk allein gerichtet ſeyn muß.

2. Dieſe Zerlegungsart der auf den Punkt m wirkenden Kräfte bediente ſich **Euler**, und es iſt leicht zu erachten, daß dieſe als Schwerkräfte auf ihn wirken müſſen, er mag in Ruhe oder durch eine andere Kraft bereits in Bewegung geſetzet ſeyn. **Euler** findet die Tangentialkraft, welche V heiße, wenn die Diſtanz des Mondes von dem Mittelpunkte der Erde $cl = a$, die anziehende Kraft des Mondes gegen die Erde $= ſ$, und $cp = x$ und $pm = y$ iſt,

$$V = \frac{3ſxy}{a^3 V(x^2 + y^2)}$$

die Veränderung der Schwere m r, welche W heiße:

$$W = \frac{ſ(y^2 - 2x^2)}{a^3 V(x^2 + y^2)}.$$

3. Wenn man den Winkel $mca = \alpha$, und den Halbmeſſer der Erde $mc = r$ ſezt, ſo erhält man $x = r. \sin. \alpha$, $y = r. \cos. \alpha$, mithin

$$V = \frac{3rſ}{2\alpha^3}. \sin. 2\alpha$$

$$W = \frac{rſ}{\alpha^3}(3 \cos. \alpha^2 - 2)$$

4. Dieſe erſtere, oder die Tangentialkraft V iſt es nun, welche die Schwungkraft ſtört, welche der Punkt m bey ſeiner Umdrehung um den Mittelpunkt c hat, und welche derjenigen,

jenigen, die die Variation des Mondes bewirket, vollkommen ähnlich iſt, wie leicht erhellet, wenn man ſich in c die Erde, in l die Sonne, in m aber den Mond in ſeiner Bewegung um die Erde vorſtellet; und dieſe Kraft iſt es, welcher Herr **Hube** allein das Vermögen zuſchreibet, das Meerwaſſer in Bewegung zu ſetzen, alſo Ebbe und Fluth hervor zu bringen, da hingegen **Euler** auf die Verbindung beyder Kräfte Rückſicht nahm, und daraus die Höhe, zu welcher das Waſſer erhoben wird, berechnet. Betrachtet man nun aber, da Herr **Hube** nur einer dieſer Kräfte gedenket, jede für ſich allein, ſo entſteht die Frage, welche das meiſte zu einer regelmäßigen Bewegung im Meere beytrage?

5. Dieſe beyden Kräfte ändern ſich, indem der Punkt m nach der Richtung e a d b um c läuft, und der Winkel mce oder der Bogen em $= \alpha$ ſich ändert, und zwar iſt

1) die Tangentialkraft $V = 0$, wenn

$$\left.\begin{matrix}\alpha = 0 \\ \alpha = 90^\circ \\ \alpha = 180^\circ \\ \alpha = 270^\circ\end{matrix}\right\}$$ oder wenn m in e, a, d und b iſt;

hingegen iſt V in der Mitte zwiſchen dieſen Punkten allezeit am größten; $V = \frac{3rf}{2\alpha^3}$. Zwiſchen e und a, und d und b iſt V poſitiv, dagegen wird daſelbſt die eigenthümliche Schwungkraft vermehrt. Zwiſchen a und d, und d und b aber iſt V negativ, daher wird daſelbſt die Schwungkraft vermindert.

2) Die Schwerkraft W, die der Mond bewirkt, iſt $W = 0$, wenn

$3 \cos. \alpha^2 = 2$, alſo

$\cos. \alpha = \sqrt{\frac{2}{3}} = 0{,}81649 \ldots$ oder wenn

$$\left.\begin{matrix}\alpha = 35^\circ\ 16' \\ \alpha = 144^\circ\ 44' \\ \alpha = 215^\circ\ 15' \\ \alpha = 324^\circ\ 44'\end{matrix}\right\}$$ iſt

An dieſen Stellen wird alſo die eigenthümliche Schwere der Waſſertheilchen gar nicht geſtört. Dieſe Schwere iſt aber auch negativ am größten, $W = -\frac{2 r ſ}{a^3}$, wenn coſ. $\alpha = 0$, alſo $\begin{bmatrix}\alpha = 90^\circ \\ \alpha = 270^\circ\end{bmatrix}$ iſt, oder in a und b, wo daher die Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt c vermindert wird. Und dieſe Schwere iſt endlich poſitiv am größten, $W = \frac{r ſ}{a^3}$, wenn coſ. $\alpha = 1$; alſo $\begin{bmatrix}\alpha = 0 \\ \alpha = 180^\circ\end{bmatrix}$ iſt, oder in e und d, wo daher die Schwere der Waſſertheilchen gegen den Mittelpunkt c vermehret wird.

6. Setzt man die eigenthümliche Schwere unter dem Aequator $= 1$; ſo iſt die Schwere

in e und d $= 1 + \frac{r ſ}{a^3}$

in a und b $= 1 - \frac{2 r ſ}{a^3}$

ihr Unterſchied $= \frac{3 r ſ}{a^3}$, oder dafür $r = 1$,

$a = 60$ iſt, beträgt dieſer $\frac{1}{72000}$ der anziehenden Kraft des Mondes gegen die Erde, welches freylich nur geringe, doch aber als eine ſtufenfolgende Wirkung von e bis a, und d bis b immer Einiges zur Bewegung des Waſſers beytragen mag. Daß aber **Euler** die Schwäche dieſer Kraft ſehr wohl gefühlet, beweiſet dieß, daß er bey der Beſtimmung der durch dieſe Kräfte gebildeten Geſtalt der Erde dieſe ganz aus der Acht ließ, und nur die eigenthümliche Schwere mit der geänderten Schwungkraft verglich.

7. Leitet man die Fluthen allein aus der erſten Kraft her, ſo iſt die größte Kraft, die ſie bewirkt: $V = \frac{3 r ſ}{2 a^3}$.

Werden

Werden aber die Fluthen allein aus der zweyten Kraft hergeleitet, ſo iſt die größte Kraft: $W = -\frac{2rſ}{a^3}$, nur in ſo fern negativ, als ſie der Schwere gegen c entgegenwirkt.

Es verhalten ſich demnach dieſe beyden größten Kräfte = 3 : 4. Daher iſt die letztere um $\frac{1}{4}$ ſtärker als die erſtere; da aber die Schwungkraft ſelbſt nur $\frac{1}{289}$ der Schwere iſt, ſo wird eine obgleich geringere Veränderung in ihr weit auffallender als eine Veränderung in der Schwere ſeyn, und dieß gibt unſtreitig der Meinung des Herrn Hube ein Hauptgewicht.

8. Bisher wurden bloß die Größen dieſer Kräfte, mit welchen der Mond auf die Waſſertheilchen wirkt, und ihre Richtungen unter einander verglichen. Nimmt man nun auch auf die Zeit Rückſicht, in welcher dieſe Kräfte ihre größten Wirkungen äußern, ſo ſieht man leicht, daß, wenn man die Ebbe und Fluth bloß aus der erſten Kraft, wie Herr Hube herleitet, die größte Fluth in der Mitte zwiſchen e und a, und zwiſchen d und b, wo die Beſchleunigung am größten, alſo da m zu ſeinem Umlauf 24 Stunden gebrauchet, drey Stunden eher erfolgen müßte, als der Mond durch den Mittagskreis geht. Leitet man hingegen dieſe Erſcheinung allein aus der zweyten Kraft her, ſo muß die größte Fluth in demſelben Zeitpunkt erfolgen, in dem der Mond durch den Mittagskreis gehet. Eben dieſe Bewandniß hat es mit der Ebbe in d und e. Nun iſt es eine allgemein bekannte Beobachtung, deren Herr Hube ſelbſt erwähnt, daß dieſe größten Fluthen in dem Ocean des heißen Erdſtrichs erſt $2\frac{1}{4}$ Stunde nach der Culmination des Mondes erfolgen, und dieſe Erſcheinung wird ſehr natürlich einer Verſpätung der Waſſertheilchen, einem Aufwand zugeſchrieben, den die Kraft des Mondes auf Ueberwindung der Trägheit wenden muß. Sollte dieſe Trägheit eine Verſpätung von $5\frac{1}{2}$ Stunden verurſachen, und nicht nur einer geringern Wirkung fähig ſeyn, da nur geringe Kraft zur Verſchiebung der Waſſertheilchen an einander erfordert wird, und ſollte nicht dieſes

beweiſen,

beweiſen, daß man des wahren Geſichtspunktes nicht gänzlich verfehlet, wenn man mit der Schwungkraft auf die Schwere zugleich Rückſicht nimmt, indem die zunehmende Verminderung der Schwere zu Beſchleunigung der Schwungbewegung von e bis a beyträgt?

9. Da Herr **Hube** ſagt, das Meerwaſſer müßte, wenn man nämlich die Ebbe und Fluth nach der alten Meinung erklärte, von unten an beyden Seiten durch 1350 geograph. Meilen fortfließen, um die gehörige Erhöhung unter dem Monde zu bilden, und wie es möglich ſey, daß dieſe Erhöhung jetzt zu Stande kommen könnte, da ſich die Erde in 24 Stunden um die Axe drehete? So könnte mancher hieraus ſchließen, die ältern Naturforſcher hätten ſich vorgeſtellt, das Meerwaſſer ſchieße täglich in Zeit von 6 Stunden von e und d bis a durch 1350 geographiſche Meilen vor, bloß aus der Anziehungskraft des Mondes getrieben, und bilde alsdann durch ſeinen Zuſammenfluß in a dieſe Erhöhung von 10 bis 12 Fuß unter dem Monde. Dieſes könnte ganz irrige Begriffe von der newtoniſchen Erklärung der Ebbe und Fluth verſchaffen. Daß aber dieſe mit jenem Gedanken gar nicht zuſammenhängt, beweiſen obige von **Eulern** gefundene Formeln ſehr deutlich, deren erſtere, die Herr **Hube** allein gebrauchte, die Richtung der Schwere wirklich ändert, die zweyte aber dieſe in ihrer Richtung geänderte Schwere eines Punktes m, indem er von e bis a in ſeiner Bewegung um c gehet, nach und nach immer mehr vermindert, daher auch ſeine eigenthümliche Schwungkraft von e bis a nach und nach vermehrt, bis ſie in a am größten wird, woraus nothwendig in a ſich das Waſſer allmälig erheben, und wenn m gegen d über a hinausgehet, dieſe Erhöhung ſich nach und nach nicht nur verlieren, ſondern indem die Schwere gegen d hin vermehrt, die Schwungkraft vermindert wird, das Waſſer ſo gar in ſeiner Bewegung zurückgehalten werden muß.

10. Auf dieſe Art tragen beyde Kräfte zu dieſer merkwürdigen Erſcheinung bey, und es iſt daher ganz ungerecht, wenn Herr **Hube** den Herrn **Euler**, **Bernoulli** u. a. einer

Verſeh-

Verfehlung des wahren Geſichtspunktes beſchuldiget. Die durch dieſe Kräfte gebildete Afterkugel unſerer Erde, welche Herr **Hube** für ein bloßes Werk der Einbildung hält, iſt freylich auch nichts anders, und der Weg ſie zu beſtimmen eine bloß ſpeculative Unterſuchung, welche, wenn ſie wenigſtens auf dieſem Wege angeſtellt wurden, welchen **Euler** und **Maclaurin** befolgten, noch immer ihren ſehr großen Nutzen ſtifteten. Daß es ſich damit wirklich nicht ſo verhält, ſcheint gar keiner Widerlegung zu bedürfen, genug, daß es ſich damit ſo verhielte, wenn die Erde auch bey Umdrehung um ihrer Axe eine vollkommene und ganz mit Waſſer umfloſſene Kugel wäre, ob ſich gleich hier wiederum die eigene Beſchaffenheit dieſer flüſſigen Materie mit hinein miſchte. Die Afterkugel muß immer die Baſis bey dieſer Betrachtung bleiben, ſo wie die Ellipſe ſelbſt bey ſo leichten Körpern, als die Kometen ſind, immer die Baſis bleibt, ob es gleich nicht bloß wahrſcheinlich, ſondern wohl gewiß iſt, daß wegen der Menge von Störungen kein einziger in einer Ellipſe gehet.

11. Daß auch **Maclaurin** eben den Gedanken von dem Einfluſſe des Mondes auf die Schwungkraft der Waſſertheilchen hatte, beweiſet folgende Stelle in ſect. IV. ſeiner Preisſchrift: ob motum terrae diuerſa eſt ratio aeſtus maris. Hinc enim aqua nunquam ſit in aequilibrio, ſed perpetuis motibus agitur. Dum aquae moles reuoluitur motu diurno, augentur vires, quibus aſcenſus eius promouetur in tranſitu aquae a locis d et e ad a et b, et in his locis euadunt maximae; aſcenſus tamen aquae prorogari videtur, poſtquam hae vires minui coeperunt vsque vere ad loca, vbi hae vires equipollent viribus quibus deprimitur infra altitudinem, quam naturaliter obtineret, ſi nulla vi extranea motus aquae perturbaretur; adeo vt motus aquae conſiderari poſſet tanquam libratorius, et tantundem fere aſcendat viribus, quibus eleuatur, decreſcentibus, quam iisdem creſcentibus — —. Es hat alſo auch dieſer Mann des wahren Geſichtspunktes nicht verfehlet, ob er gleich zuvor die

die Möglichkeit der Bildung der ſtillſtehenden mit Waſſer umgebenen Erde in eine Afterkugel auf eine ſehr ſcharfſinnige Art erwieſen hat.

12. Selbſt **Newton** verglich die Bewegung des Meeres mit der des Mondes in einem Coroll. der allgemeinen Auflöſung der Aufgabe von drey Körpern, auf welches er ſich in der Folge unter der Aufſchrift: fluxum et refluxum maris ab actionibus ſolis et lunae oriri debere, unbedingt beruft, mit dieſen Worten: fingas iam globum corporis c ex materia non fluida conſtantem ampliari et extendi vsque ad hunc annulum (a d b e), et alueo per circuitum excauato continere aquam, motuque eodem periodico circa axem ſuum vniformiter reuolui. Hic liquor per vices acceleratus et retardatus in Syzygiis velocior erit, in quadraturis tardior quam ſuperficies globi, et ſic fluet, in alueo refluetque ad motum Maris etc. Er betrachtete alſo jedes Waſſertheilchen als einen Trabanten der Erde, der in ſeiner Bewegung um ihren Mittelpunkt eben denſelben Anomalien unterworfen iſt, welche ſich bey dem Monde zeigen.

13. Was die Erſcheinung der Ebbe und Fluth unter dem Parallelkreiſe, und die Beobachtung anbetrifft, nach welcher die Fluthen in beyden Hälften der Erdkugel zwiſchen dem 40ten und 50ten Grad der Breite am allergrößten ſind, ſo war dieſe **Eulern** eben ſo wenig, als wohl überhaupt einem ältern Naturforſcher bekannt, da er ſagt: in regionibus autem ab aequatore remotis inuenimus magnitudinem aeſtus tenere rationem duplicatam coſinuum elevationis poli, vnde ſub eleuatione poli 45° magnitudo aeſtus circiter duplo erit minor quam ſub ipſo aequatore, cuius veritas in locis a littoribus aliquot milliaria remotis per experientiam eximie comprobatur. Sie wäre auch nach der gemeinen Theorie eben ſo wenig als unter dem Aequator zu begreifen. Da aber die gemeine Meinung mit der des Herrn **Hube** ſehr wohl übereinſtimmet, ſo wird jeder, dem die Erſcheinung aus dieſer begreiflich wird,

ſie eben ſo gut aus jener herleiten. Uebrigens ſcheint es auch die Theorie des Herrn **Hube** nicht zu beſtätigen, wenigſtens viele Umſtände ſich einzumiſchen, wenn die Fluth am Vorgebirge der guten Hoffnung nur höchſtens auf drey Fuß, und ſchon an der magellaniſchen Meerenge auf 20 — 25 Fuß ſteigen ſoll, da doch die Lage dieſer beyden Orte kaum 20 Grad ſüdlicher Breite verſchieden iſt, und noch mehr das Vorgebirge der guten Hoffnung eben ſo nahe jenſeit, als die magellaniſche Meerenge dießſeit des 45ten Grades der Breite liegt, alſo die Fluth an beyden Orten ungefähr gleich ſeyn ſollte.

M. ſ. **de la Lande** aſtronomiſches Handbuch. Leipzig 1775. 8. §. 1074 u. f.

Ebene, horizontale ſ. **Horizontal.**

Ebene, ſchiefe, geneigte ſ. **Schiefe Ebene.**

Eccentricität (eccentricitas, eccentricité) heißt der Abſtand des Mittelpunktes einer elliptiſchen Bahn von dem Brennpunkte derſelben, oder (fig. 117.) gſ, wo g der Mittelpunkt der Ellipſe acbd und ſ der Brennpunkt derſelben iſt.

Die alten Aſtronomen behaupteten, daß ſich die Erde in der Mitte der Himmelskörper befinde, um welche ſich die Planeten in Kreiſen herum bewegten, deren Mittelpunkt jedoch nicht die Stelle der Erde ſey; alſo war ihnen die Eccentricität der Abſtand der Erde von dem Mittelpunkte der Bahn. **Copernicus** hingegen nahm an, daß die Planeten um die Sonne ſich bewegten, glaubte aber noch, daß ihre Bahnen eccentriſche Kreiſe wären, und verſtand daher unter der Eccentricität die Entfernung der Sonne von dem Mittelpunkte der kreisförmigen Bahn. Erſt durch viele Beobachtungen entdeckte **Kepler** die elliptiſche Bahn der Planeten, und fand, daß die Sonne in dem einen Brennpunkte der elliptiſchen Bahnen ſich befinde. Und von dieſer Zeit an verſteht man unter der Eccentricität die Entfernung der Sonne ſ von dem Mittelpunkte g oder ſg der elliptiſchen Bahnen.

Vermöge der Eigenſchaft der Ellipſe iſt ſf + ft = ta + ſa = ſb + tb = tſ + 2aſ = tſ + 2tb, folglich aſ = tb, und daher auch gſ = gt, d. h. in der Ellipſe ſind

die

die Brennpunkte von dem Mittelpunkte derſelben gleich weit entfernet. Mithin iſt auch die Entfernung beyder Brennpunkte von einander $= 2\,g\,ſ$, oder der doppelten Eccentricität gleich. Ferner iſt aber auch $ſ\,t = a\,t - a\,ſ = a\,t - t\,b =$ dem Unterſchiede zwiſchen der Sonnenferne und der Sonnennähe, alſo weiter $2\,ſ\,g = a\,t - a\,ſ = a\,t - t\,b$ und $ſ\,g = \frac{1}{2}(a\,ſ - t\,b)$, d. h. die Eccentricität iſt dem halben Unterſchiede der Sonnenferne und der Sonnennähe gleich. Endlich hat man $a\,t + t\,b = a\,b$ und $\frac{1}{2}(a\,t + t\,b) = \frac{1}{2}\,a\,b = a\,g$, oder die halbe Summe der Sonnenferne und Sonnennähe iſt der halben großen Axe oder dem mittleren Abſtande des Planeten von der Sonne aus gleich.

Man findet die Eccentricität der Bahn der Erde um die Sonne aus dem Verhältniſſe der Sonnenferne zur Sonnennähe oder aus $a\,t : t\,b$, oder des größten ſcheinbaren Durchmeſſers der Sonne zum kleinſten. Für dieß Verhältniß $a\,t : t\,b$ hat man nun ſin. $32'\,38{,}6'' :$ ſin. $31'\,33{,}8'' = 32'\,386'' : 31'\,33{,}8'' = 1958{,}6 : 1893{,}8$, weil die Sinus von ſolchen Winkeln, welche einige Minuten faſſen, mit den Winkeln der für den Halbmeſſer $= 1$ beſchriebenen Kreisbogen beynahe einerley Verhältniß haben; demnach hat man $a\,b : t\,a = 3852{,}4 : 1958{,}6$. Man nehme nun $a\,g = 1$, folglich $a\,b = 2$, ſo ergibt ſich nach der Regel Detri $a\,t = \frac{2 . 1958{,}6}{3852{,}4} = 1{,}01682$, folglich die Eccentricität $g\,ſ = g\,t = a\,t - a\,g = 0{,}01682$.

Wenn bey den übrigen Planeten von Zeit zu Zeit genugſame Beobachtungen angeſtellet und bey jeder Beobachtung die Länge der Planeten in ihren Bahnen mit der Entfernung derſelben von der Sonne berechnet werden, ſo kann man alsdann auch die Planetenbahnen zeichnen. Daraus laſſen ſich aber alsdann auch die Eccentricitäten der Planetenbahnen finden, indem man ſie entweder mit dem mittleren Abſtande der Erde von der Sonne, oder auch mit der Entfernung eines jeden Planeten, welchem die Eccentricität zugehöret, von der Sonne vergleichet. Wenn der mittlere Abſtand der Erde

von der Sonne = 1 geſeʒet wird, ſo beträgt die Eccentricität des Saturns nach **de la Lande** = 0,53210; hingegen beträgt ſie = 0,055779, wenn man die mittlere Entfernung des Saturns von der Sonne = 1 ſeʒet. M. ſ. hiervon mit mehreren den Artikel **Weltſyſtem**.

Die Ellipſe wird überhaupt deſto eccentriſcher, je größer die Eccentricität in Vergleichung mit der halben großen Axe der Ellipſe iſt. Im Gegentheil nähert ſie ſich deſto mehr dem Kreiſe, je geringer die Eccentricität der Ellipſe in Vergleichung mit der Hälfte der großen Axe iſt. Unter den Planetenbahnen iſt die des Merkurs am meiſten, die der Venus aber am wenigſten eccentriſch.

Echo, Wiederhall (Echo). Wenn ein Schall gegen die Oberfläche eines harten Körpers anſtößt, ſo wird er von demſelben nach eben den Geſeʒen zurückgeworfen, wie andere elaſtiſche Körper; daher entſteht dadurch ein zurückgeworfener Schall, welcher eben das **Echo** genannt wird. Fällt z. B. der Schall an einem Felſen ſenkrecht auf, ſo wird er nun mit ſeiner ganzen Stärke darauf wirken, und in eben der Richtung mit eben der Geſchwindigkeit wieder zurückgeworfen, und kömmt auf dieſe Weiſe zum zweyten Mahle in das Ohr. Iſt nun die Entfernung groß genug, ſo daß der Urſchall ſchon ganz vorüber iſt, wenn der Wiederſchall das Ohr zum zweyten Mahle rühret, ſo muß es die nämliche Empfindung haben, als es bey dem Urſchalle hatte, oder es wird dieſe wiederhohlte Empfindung das Echo zu Wege bringen. Wenn mehrere reflektirende Flächen in gewiſſen Entfernungen von einander liegen, ſo daß der Schall von der einen zur andern kommen, und von jeder nach dem Urſchall zurück reflektiret werden kann, ſo wird dadurch eine einzige Sylbe mehrere Mahl wiederſchallen, weil der Schall von entfernteren reflektirenden Flächen ſpäter zurückgeworfen wird. Ein ſolches Echo wird ein **vielfaches Echo** genannt. Wäre die reflektirende Fläche nicht ſenkrecht gegen die Richtung des Schalles gekehret, ſo wird dieſer nach einem dritten Ort reflektiret,

flektiret, an welchem zuerſt der Urſchall und ſodann das Echo gehöret wird.

Soll aber das Ohr das Echo wirklich empfinden, ſo muß eine gewiſſe Zeit verfließen, damit der reflektirte Schall abgeſondert von dem Urſchalle in das Ohr gelange. Ueber die Geſchwindigkeit des fortgepflanzten Schalles hat man vorzüglich bey der Nachtzeit durch das Losbrennen des Geſchützes Verſuche angeſtellet, weil vermöge der Erfahrung die Geſchwindigkeit des Lichtes auf unſerer Erde ſo groß iſt, daß diejenige Zeit, welche es brauchet, um einen gewiſſen Weg zu durchlaufen, für nichts zu achten iſt. M. ſ. **Schall**. Die von **Caſſini**, **Maraldi** und **de la Caille** angeſtellten ſehr genauen Verſuche in Frankreich beweiſen, daß der Schall in einer Sekunde einen Weg von 173 Toiſen oder 1038 pariſer Fuß durchlaufe. Wenn daher eine Perſon, welche einen Schall von ſich gibt, von der reflektirenden Fläche 519 Fuß entfernet wäre, ſo würde ſie denſelben eine Sekunde ſpäter, als ſie den Schall von ſich gab, wiederſchallen hören. Ein ſolches Echo könnte alſo ſo viele Worte oder Sylben wiederſchallen, als in der Zeit von einer Sekunde wahrgenommen werden können. Ein ſolches Echo heißt daher auch ein **vielſylbiges Echo** (Echo polyſyllabum). Die Erfahrung lehret nun, daß auch das geübteſte Ohr in einer Sekunde nicht mehr als neun auf einander folgende Töne oder Laute deutlich unterſcheiden könne. Soll alſo das Echo eines Schalles vernehmlich ſeyn, ſo muß die Weite des Urſchalles von der reflektirenden Ebene ſo groß ſeyn, daß $\frac{1}{9}$ von einer Sekunde verfließet, ehe er wieder zurückkömmt. Es wird alſo wenigſtens eine Entfernung des Urſchalls von der reflektirenden Fläche erfordert, welche $= \frac{1038}{18} = 57\frac{2}{3}$ pariſer Fuß iſt, um den Wiederſchall deutlich zu vernehmen. Weil nun in einer ſolchen Entfernung nur ein einziger Schall deutlich wiederſchallen kann, ſo heißt auch ein ſolches Echo ein **einſylbiges** (Echo monoſyllabum).

Hieraus iſt es nun leicht zu begreifen, warum gewölbte Gebäude, als Säle, Gänge u. ſ. f. ſo ſtark wiederſchallen,

ohne ein vernehmliches Echo zu bewirken. Denn die Mauern ſind theils zu nahe, theils ſind ſie als eine Reihe unterbrochener und verſchiedentlich entfernter Flächen zu betrachten, ſo daß das Ohr weder den Urſchall vom erſten Echo, noch die vielen in einander fließenden Wiederſchalle von einander ſelbſt unterſcheiden kann. Stehen im Gegentheil verſchiedene einzelne reflektirende Flächen in gewiſſen Entfernungen von einander, ſo kann auch eine jede ein eigenes Echo bewirken. Daraus kann alſo ein vielſylbiges Echo entſtehen, wobey aber gewöhnlich die erſten Wiederſchalle ſtärker als die letztern ſind, indem der Schall in größern Entfernungen durch die Luft mehr geſchwächt wird. Indeſſen können auch bey den folgenden Wiederhohlungen einige entſtehen, die ſtärker als die vorhergehenden ſind, nachdem die reflektirenden Flächen mehrere Schalllinien auffangen, und beym Zurückwerfen gleichſam mehr concentriren.

Weil der Schall beym Zurückwerfen eben die Geſetze, wie elaſtiſche flüſſige Materien, befolget, wohin beſonders das Licht gehöret, deſſen Geſetze der Zurückwerſung die **Katoptrik** betrachtet, ſo hat man auch die Lehre vom Echo die **Katoptrik des Schalles** genannt; richtiger würde man ſie **Kataphonik** oder **Katakuſtik** heißen. Den Ort des ſchallenden Körpers nennt man den **phoniſchen**, und den zurückwerfenden Ort oder Gegenſtand den **phonokamptiſchen Mittelpunkt.**

Hieraus kann auch leicht gefolgert werden, daß alle feſte Körper von beträchtlichen Oberflächen, wie z. B. Gebäude, Feſtungswerke, Felſen, Berge, hohe Ufer, hohe Mauern u. d. g. ein Echo zu Wege bringen können. Auch in unterirdiſchen Höhlen kann ein Echo Statt finden. Jedoch lehret aber auch die Erfahrung, daß an manchen Orten, wo man ein Echo erwarten könnte, ſelbiges nicht erfolget, im Gegentheil daſelbſt, wo man es nicht vermeinte, wirklich Statt findet. Es müſſen daher bey ſolchen Fällen gewiſſe andere Umſtände noch eintreten, die wir noch nicht zu erklären vermögen. Ueberhaupt iſt auch die Lehre von der Zurück-

rückwerſung des Schalles bey weitem noch nicht ſo glücklich unterſuchet worden, als die der Zurückwerſung des Lichtes. Es iſt bekannt genug, daß die Spiegelfläche, wenn ſie durch Zurückwerfung der Strahlen ein Bild zu Wege bringen ſoll, recht glatt poliret ſeyn muß; allein das iſt noch nicht genug bekannt, wie in allen Fällen die reflektirende Fläche beſchaffen ſeyn muß, wenn ſie durch den Schall ein Echo geben ſoll. Denn man entdecket oft in den rauheſten und wildeſten Gegenden das ſchönſte Echo, wo gar keine glatten Flächen Statt finden. Deſſen ungeachtet aber bleibt es eine ausgemachte Wahrheit im Allgemeinen, daß die Schallwellen oder Schallſtrahlen, wenn ſie ein Echo hervorbringen ſollen, von einer Fläche zurückgeworfen werden müſſen, um ſo wieder ins Ohr zurückzukehren; allein ſo ausgemacht, wie beym Lichte, laſſen ſich doch dieſe Schallſtrahlen nicht auf völlig gerade Linien bringen.

Unter dem Worte Echo wird auch oftmahls der Ort ſelbſt verſtanden, wo eine Wiederhohlung des Schalles oder Lautes Statt findet, und dergleichen gibt es auf der Erde in Menge. Die beſonders merkwürdigſten ſind dieſe:

Caspar **Barth** in den Noten zu der Thebaide des Statius α) führt ein Echo bey Coblenz am Ufer des Rheins an, welches ein Wort ſiebenzehn Mahl wiederhohle, und ſonſt eine große Aehnlichkeit mit dem Echo bey der St. Georgen Abtey, zu Rouen, hat, welches der Abt **Gallois** auszugsweiſe aus einer Schrift von **Dom Franc. Quesnet** β) beſchrieben hat. Bey dieſem Echo iſt das Sonderbare dieß, daß derjenige, welcher ſinget, nicht die Wiederhohlung des Echo, ſondern nur ſeine Stimme, hingegen der Zuhörer nur die Wiederhohlung des Echo aber mit erſtaunlicher Veränderung höret. Denn bald ſcheinet das Echo nahe, bald fern zu ſeyn; bald höret man die Stimme ſehr deutlich, bald faſt gar nicht. Einer höret nur eine Stimme; ein anderer viele; einer das Echo zur Rechten, ein anderer zur Linken. Endlich hören

 die

α) Lib. XI. v. 30.
β) Mémoire de l'Académie roy. des ſcienc. en 1692.

die Zuhörer und der Sänger, an ſo verſchiedenen Orten ſie ſtehen, auf ſo verſchiedene Art das Echo. **Dom Franc. Quesnet** hat die wahre Urſache von dieſem Echo ziemlich glücklich aus der halbkugelförmigen Geſtalt des Vorhofes vor dem Luſthauſe le Genetay, und aus der Bewegung des Sängers, welcher im Singen gegen den Eingang des Hofes fortgehen muß, erkläret. **Kircher** und **Schott** erzählen von dem Schloſſe Simonetta, daß es von hohen parallelen Mauern umgeben ſey, die ein vielfaches Echo verurſachen, welches ein einſylbiges Wort aus einem gewiſſen Fenſter gerufen 40 Mahl wiederhohle. Bey Verdün wird auch ein Echo von zweyen hohen Thürmen, die 26 Toiſen von einander abſtehen, und durch ein Hauptgebäude getrennt ſind, verurſachet. In dem einen iſt ein gewölbtes Gemach, in dem andern aber ein gewölbter Vorhof. Dieſe beyden Wölbungen bewirken in Anſehung des Schalls etwas Aehnliches, wie zwey Spiegel in Anſehung des Lichtes. Es werden nämlich die Schallſtrahlen von dem einen Gewölbe zu dem andern geſendet und zwar zu wiederhohlten Mahlen. Spricht man nun auf der geraden Linie zwiſchen beyden hohen Thürmen, ein lautes Wort, ſo wird dieſes 12 bis 13 Mahl wiederhohlet, jedoch aber immer ſchwächer. Wenn man von der geraden Linie ſich entfernet, ſo findet keine Wiederhohlung Statt; befindet man ſich zwiſchen dem einen Thurm und dem Hauptgebäude, ſo hört man nur eine einzige Wiederhohlung.

Ein **toniſches Echo** heißt dasjenige, welches von einem gewiſſen muſikaliſchen Tone wiederſchallt, und dieß iſt eine Wirkung der Reſonanz. ſ. **Reſonanz**.

Edelgeſteine (gemmae, pierres précieuſes) ſind ſehr glänzende, durchſichtige und ſehr harte Steine, welche mit dem Stahl Feuer ſchlagen, und verſchiedene ſpecifiſche Farben beſitzen. Sie ſind ihrer Seltenheit, Härte und des ſchönen Glanzes wegen in einem gewiſſen zum Theil hohen Werthe. Man findet ſie mehrentheils in einer regelmäßigen Geſtalt; jedoch haben ſie bisweilen andere Körperarten in ſich geſchloſſen, und daher leitet man ihre Entſtehung von

Kryſtal-

Kryſtalliſation her. Ihre Geſtalt iſt gemeiniglich eine prismatiſch-ſechseckige, an den Enden zugeſpitzt. Gewöhnlich werden ſie unter die glasartigen Steine gerechnet. Durchs Reiben werden ſie beynahe alle elektriſch, und ziehen daher leichte Sachen an.

Die Nahmen der Edelgeſteine ſind dieſe: der **Diamant**, der **Topas**, der **Chryſolith**, der **Hyacinth**, der **Spinell**, der **Balas**, der **Rubin**, der **Granat**, der **Amethyſt**, der **Saphir**, der **Opal**, der **Beryll** und der **Smaragd**. Von den Diamanten iſt bereits ſchon in einem eigenen Artikel gehandelt worden.

Der **Topas** (topazius, topaſe), welcher ſonſt von den Alten **Chryſolith** (chryſolithus veterum) genannt wurde, iſt von Farbe gelb oder bräunlich; mehrentheils ſechseckig; die hellgelben ſächſiſchen Topaſe aber ſind prismatiſch, von vier ungleichen Seiten mit abgeſtumpften Ecken. Die ſpecifiſche Schwere des orientaliſchen Topaſes iſt 4,0106 Mahl größer als die des Waſſers.

Der **Chryſolith** (chryſolithus, chryſolithe), **Topas der Alten** (topazius veterum) hat eine grüngelbe Farbe und hat unter allen die geringſte Härte. In mäßigem Feuer verliert er ſeine Farbe. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 2,7821 gegen die ſpecifiſche Schwere des Waſſers = 1.

Der **Hyacinth** (hyacinthus, hyacinthe) **Lyncurer der Alten** (lyncurius veterum) iſt von Farbe rothgelb, zuweilen auch citronengelb oder braungelb, und nicht völlig durchſichtig, daher auch im Werthe gering. Die ſpecifiſche Schwere beträgt 3,6873.

Der **Spinell** (ſpinellus, ſpinell) **Spinell-Rubin** (Rubi-ſpinellus) iſt von Farbe dunkelröthlich.

Der **Balas** (balaſſus, balais) **blaſſer Rubin** (Rubi-balaſſus) von Farbe roſenfarbig.

Der **Rubin** (rubinus, rubis) von Farbe hochroth und ſehr hart. Man findet ihn achteckig auch in abgerundeten Stücken. Sein Werth wird dem des Diamanten gleich geachtet. Die ſpecifiſche Schwere der beſten orientaliſchen iſt 4,2833.

Der **Granat** (granatus, granat, Amethyſtus veterum) iſt von Farbe dunkelroth, blutroth und ſehr eiſenhaltig. Man findet ihn in eckigen Geſtalten von 4 bis 24 Seiten. Die ſpecifiſche Schwere beträgt 4,1888.

Der **Amethyſt** (amethyſtus, amethyſte) **Hyacinth der Alten** (hyacinthus veterum) iſt von Farbe röthlichblau, violet, und findet ſich oft in großen Stücken von vermiſchten Farben. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 2,6535.

Der **Saphir** (ſaphirus, ſaphir) iſt von Farbe himmelblau und ſehr hart, verliert aber im Feuer ſeine Farbe. Die ſpecifiſche Schwere der blauen orientaliſchen iſt 3,9941.

Der **Opal** (opalus, opal) **Wehſe** (paederas) iſt von Farbe milchblaulich, in welchem ſich alle Farben zeigen.

Der **Beryll** (beryllus, aiguemarin), **Aquamarin** (aquamarinus) von Farbe grünblau oder meergrün, verliert ſie aber im Feuer. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 2,7229.

Der **Smaragd** (ſmaragdus, emeraude) **Praſem** (praſius) von Farbe grün und hart, und wird in eckigen, oft auch in runden und platten Geſtalten gefunden. Seine Schwere iſt 2,7755.

Der orientaliſche Rubin verändert ſeine Geſtalt im Feuer nicht, er behält darin ſeinen Glanz, Farbe und Gewicht. Auch der Topas, der Chryſolith, und der Smaragd ſchmelzen im Feuer nicht, aber der Chryſolith und der Saphir verlieren in demſelben leicht die Farbe. Die übrigen Edelgeſteine ſchmelzen im Feuer, und verlieren dadurch ihre Farben, bis auf den Granat, deſſen Farbe noch dunkler wird. Alle Edelgeſteine endlich werden in dem concentrirten Sonnenfeuer zerſtöret.

Eigenſchaften, verborgene ſ. **Qualitäten.**

Eigenthümliche Schwere, eigene Schwere ſ. **Schwere, ſpecifiſche.**

Einfallender Strahl (radius incidens, rayon incident) heißt bey der Lehre der Brechung und Zurückwerfung des Lichtes derjenige Strahl, welcher auf eine brechende oder zurückwerfende Fläche fällt.

Einfallsloth, Neigungsloth (cathetus incidentiae, axe d'incidence) iſt eine auf die brechende oder reflektirende Fläche ſenkrecht ſtehende gerade Linie, welche durch den Einfallspunkt eines einfallenden Strahls gehet. Iſt die brechende oder reflektirende Fläche ſphäriſch, ſo geht das Einfallsloth gehörig verlängert allemahl durch den Mittelpunkt der Kugel, weil alle gerade Linien, welche auf den Berührungsflächen durch die Berührungspunkte ſenkrecht ſtehen, den Mittelpunkt der Kugel treffen.

Einfallspunkt (punctum incidentiae, point d'incidence) iſt derjenige Punkt der brechenden oder zurückwerfenden Fläche, durch welchen der einfallende Strahl gehet.

Einfallsſinus (ſinus anguli incidentiae, ſinus de l'angle d'incidence) heißt der Kürze wegen der Sinus des Einfallswinkels, welcher bey der Brechung der Lichtſtrahlen durch einerley brechende Materie mit dem Sinus des brechenden Winkels in einem beſtändigen Verhältniſſe ſich befindet. M. ſ. **Brechung der Lichtſtrahlen.**

Einfallswinkel (angulus incidentiae, angle d'incidence) iſt der Winkel (fig. 63.) cdh, welchen der einfallende Strahl hd mit dem Neigungslothe cd macht. Manche optiſche Schriftſteller nennen auch dieſen Winkel den Neigungswinkel; den Einfallswinkel aber das Complement des Winkels cdh, oder den Winkel hdb, welche der einfallende Strahl hd mit der brechenden oder zurückwerfenden Fläche macht.

Einklang (vniſonus, toni vniſoni, uniſſon) iſt das Zuſammenklingen zwey gleicher Töne, welche in gleichen Zeiten gleiche Schwingungen verurſachen, oder wovon der eine keinen höhern oder tiefern Ton als der andere hat. Wenn alſo ein Einklang entſtehen ſoll, ſo müſſen zwey klingende Körper zu gleicher Zeit einerley Ton geben. Da es bey Beſtimmung der Tonhöhen auf dieſe drey Stücke ankömmt, 1. auf die Länge, 2. auf die Stärke und Spannung und 3. auf die Dicke der Saiten, ſo ſieht man leicht ein, daß zwey lange, gleich dicke und gleich geſpannte Saiten

ten in einerley Zeit gleich viele Schwingungen, folglich einen Einklang geben. Es können aber auch Saiten von ungleicher Länge und ungleicher Dicke einen Einklang verurſachen, wenn ſie **gleich geſtimmt** ſind. In dieſem Falle ſind alsdann die Saiten verſchiedentlich geſpannt.

Wenn auch gleich beym Einklang die Anzahl der Schwingungen der Saiten übereintrifft, ſo unterſcheidet doch das Ohr noch gewiſſe andere Eigenſchaften der Töne z. B. die Stärke und Schwäche, die Härte und Weiche derſelben. Wenn z. B. eine tönende Glocke mit der geſpannten Saite eines Claviers einerley Ton hätte, ſo würde doch das Gehör beyde Töne ſehr wohl unterſcheiden können.

Wenn von zwey gleich geſtimmten Körpern der eine einen hinlänglich ſtarken Ton angibt, ſo ſchallt der andere auch mit. So wird der geſtrichene Ton einer Violine den gleichtönenden Ton einer geſpannten Saite auf dem Claviere zu Stande bringen. M. ſ. **Reſonanz**.

Einſchattige (heteroſcii, heterosciens) heißen diejenigen Bewohner der gemäßigten Zonen auf der Erdfläche, welche ihre mittäglichen Schatten das ganze Jahr hindurch nur auf eine Seite werfen. In der nördlichen Halbkugel iſt dieß die Nordſeite, in der ſüdlichen Halbkugel aber die Südſeite. Das Wort heteroſcii kömmt von dem griechiſchen Worte ἕτερος (einer von zweyen) und σκία (der Schatten) her. Weil nämlich die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn beſtändig zwiſchen den beyden Auslaufungskreiſen eingeſchränkt iſt, ſo muß es auch in den gemäßigten Zonen der beyden Halbkugeln Oerter geben, welche den mittäglichen Schatten das ganze Jahr hindurch nur auf eine Seite werfen.

Eintritt (immerſio, immerſion) heißt in der Aſtronomie der Augenblick, da ein Geſtirn bey Verfinſterungen oder Bedeckungen den Schatten oder den Rand des dunkeln bedeckenden Körpers erreicht. Bey totalen Verfinſterungen, da das Geſtirn ganz in den Schatten des dunkeln Körpers fällt und unſern Augen auf einige Zeit unſichtbar wird, heißt der **gänzliche Eintritt** (immerſio totalis) der Augenblick,

in welchem der noch ſichtbare Theil des Geſtirns ganz in Schatten tritt, und folglich unſern Augen ganz verſchwindet.

Bey den Durchgängen der Venus und des Merkurs durch die Sonnenſcheibe heißt der Anfang des Eintritts der Augenblick, in welchem der vorangehende Rand eines von dieſen Planeten den Sonnenrand von außen berühret; das Ende des Eintritts oder gänzlicher Eintritt aber derjenige Augenblick, in welchem der nachfolgende Rand des Planeten den Sonnenrand von innen berühret, und ſich nun der Planet als ein dunkler Fleck vor der Sonnenſcheibe zeiget. M. ſ. **Bedeckungen, Durchgänge, Finſterniſſe.**

Eis (glacies, glace) heißt der feſte Körper, in welchen ſich das Waſſer bey einem gewiſſen beſtimmten Wärmegrad, welcher Gefrierpunkt oder Froſtpunkt genannt wird, verwandelt. Ueberhaupt werden alle tropfbar flüſſige Materien bey einem beſtimmten Grade der Temperatur in feſte Körper verwandelt, die man im Allgemeinen Eis nennen könnte; vorzüglich aber verſteht man doch unter dem Worte Eis gewöhnlich gefrornes Waſſer.

So bald der Grad der Temperatur größer wird, als er bey der Verwandlung des Waſſers in Eis war, ſo fängt es auch wieder zu ſchmelzen an, und wird wieder zu Waſſer. Dieſe jedermann bekannte Erfahrung leitet auf die Folge, daß im gewöhnlichen tropfbaren Zuſtande des Waſſers die Wärmematerie mit dem Waſſer verbunden ſey, und eben die Flüſſigkeit desſelben bewirken müſſe. Ob aber der Zuſtand der Flüſſigkeit eine bloße Folge des Einfluſſes der Wärmematerie und Feſtigkeit der urſprüngliche Zuſtand aller Körper ſey, das iſt, wenigſtens metaphyſiſch betrachtet, unwahr. Denn die Möglichkeit der Materie erfordert bloß zurückſtoßende und anziehende Kräfte, die ihren beſtimmten Grad haben, über welchen und unter welchen noch andere Grade gedacht werden können. Aber auch phyſiſch betrachtet iſt es nicht wahrſcheinlich, daß der urſprüngliche Zuſtand der Körper Feſtigkeit ſey, weil der Zuſammenhang der Theile der feſten Körper nicht ſo wohl auf den beſtimmten Grad der anziehenden und zu-

rückſtoßenden Kraft der Materie, ſondern vielmehr auf die Reibung der Theile an einander gegründet iſt. Wenn daher auch gleich bey einem gewiſſen Grade der Temperatur das Waſſer in einen feſten Körper verwandelt wird, ſo iſt doch der Schluß daraus falſch, daß das Waſſer eine Zuſammenhäufung kleiner harter Körperchen ſey. Es kömmt vielmehr hier auf die qualitative Beſchaffenheit der Wärmematerie mit der des Waſſers an. So kann eine urſprünglich flüſſige Materie bey einem beſtimmten Grade der Wärme in den Zuſtand der Feſtigkeit, und eine urſprünglich feſte Materie bey einem andern Grad der Wärme in den Zuſtand der Flüſſigkeit übergehen. M. ſ. den Artikel **Gefrieren.**

Die Erſcheinungen bey dem Entſtehen und Zerſchmelzen des Eiſes nebſt den Eigenſchaften desſelben ſind mit einer vorzüglichen Aufmerkſamkeit vom Herrn **von Mairan** *) betrachtet und beſchrieben worden. Um die Entſtehung des Eiſes genau zu beobachten, muß man Waſſer in großen Gefäßen von dünnem Glaſe einer Temperatur ausſetzen, welche das Waſſer in Eis verwandelt. Jedoch muß dieſe Kälte nicht zu heftig ſeyn, damit das Waſſer nicht plötzlich gefriere, und man die Phänomene des Gefrierens deſto beſſer beobachten könne. In einem ſolchen dem Froſte ausgeſetzten Gefäße bemerket man anfänglich auf der Oberfläche des Waſſers, welche die Luft berühret, ein dünnes Eisblättchen; hierauf entſtehen Strahlen von Eis, welche aus den Wänden des Gefäßes hervorzugehen ſcheinen, und gegen dieſelben unter verſchiedenen, ſelten unter einem rechten Winkel geneigt ſind. An dieſe Eisſtrahlen hängen ſich hierauf wieder andere, ſodann abermahls neue u. ſ. f. unter eben ſo verſchiedenen Winkeln an. Hierdurch werden nun die Eisſtrahlen in Menge erzeuget, und bilden Eisblätter, welche an der Anzahl immer mehr zunehmen, ſtärker werden und zuletzt durch ihren gegenſeitigen Zuſammenhang eine vollkommene Eismaſſe

*) Diſſertat. ſur la glace à Paris 1735. 8. ſtark vermehrt 1749. 8. Des H. v. Mairan Abhandlung von dem Eiſe a. d. Franz. Leipzig 1752. 8.

Eismaſſe verurſachen. Dieſe Erſcheinungen entſtehen deſto ſchneller und plötzlicher, je größer die Kälte iſt.

Während des Entſtehens des Eiſes entwickeln ſich im Waſſer kleine Luftblaſen, und ſteigen in ſelbigem zur Oberfläche des Waſſers empor, wie ungefähr, wenn das Waſſer über dem Feuer zu ſieden anfangen will. Die kleinen Luftblaſen ſind deſto zahlreicher und kleiner je langſamer das Gefrieren von Statten gehet; ſie ſammeln ſich nach der Seite zu, wo das Gefrieren langſamer erfolget, und wo ſie zugleich oftmahls große Blaſen bilden, die bisweilen 2 bis 3 Linien im Durchmeſſer beſitzen. Gewöhnlich ſind dieſe Blaſen in der Mitte und an der Axe des Gefäßes viel größer, als an den Seitenwänden des Gefäßes und an der Oberfläche des Waſſers. Wenn das Gefrieren des Waſſers langſam erfolget, ſo werden eine Menge von dieſen Luftblaſen Zeit genug haben, aus dem Waſſer hervorzugehen; wenn aber das Gefrieren plötzlich Statt hat, ſo können ſie nun nicht mehr entweichen, und ſie bleiben daher im Eiſe zurück. Geht das Gefrieren des Waſſers nicht ſo ſchnell vor ſich, ſo entſtehen alsdann immer mehrere Luftblaſen, je mehr das Gefrieren zunimmt; iſt die obere Eisrinde ſchon gebildet, ſo ſammeln ſie ſich bisweilen und verurſachen durch ihre Ausdehnung, daß das obere Eis zerſprengt, und dadurch Riſſe nach verſchiednen Richtungen bekömmt; oft aber treiben ſie, wenn die Eisrinde ſchon zu dick iſt, die Mitte derſelben in die Höhe, und machen, daß die Oberfläche des Eiſes gewöhnlich in der Mitte erhabener als am Rande iſt.

Wenn das Gefrieren des Waſſers plötzlich vor ſich gehet, mithin die entſtandenen Luftblaſen nicht entweichen können, und in dem Eiſe eingeſchloſſen bleiben, ſo wird dadurch die Eismaſſe viel von ihrer Durchſichtigkeit verlieren; da im Gegentheil langſam entſtandenes Eis an der Oberfläche bis auf einige Linien Tiefe faſt beſtändig durchſichtig iſt, und erſt alsdann undurchſichtig wird, wenn ſich dieſe Luftblaſen in zahlreicher Menge geſammelt haben. Man nimmt mehrentheils an, daß das Eis gleichförmiger und durchſichtiger werde,

wenn

wenn man das Waſſer vor dem Gefrieren von der Luft reiniget, die darin enthalten iſt. Dieſes kann man entweder durchs Kochen des Waſſers oder durchs Auspumpen unter der Glocke einer Luftpumpe erhalten. Allein der Herr Hofr. **Lichtenberg** *) führt einen Verſuch an, welchen er am 30ten Dec. 1783 bey einer großen Kälte anſtellte: er ließ Waſſer, welches er ſowohl durch Kochen als Auspumpen von Luft ſo weit gereiniget hatte, als es ihm mit einem ſehr guten Inſtrumente nur immer möglich war, im Vacuo gefrieren. Der Erfolg war ſehr frappant, das Glas, worin das Waſſer ſich befand, war, wie ſonſt gewöhnlich iſt, zerbrochen, allein das Eis, anſtatt durchſichtiger als anderes zu ſeyn, ſtellte faſt einen bloßen Schaum vor, ja die ganze Maſſe war in der Mitte durch eine große Blaſe, die ſich von einer Seite des Gefäßes nach der andern erſtreckte, getheilt.

So bald das Waſſer dem Gefrieren nahe kömmt, und noch weit mehr im Augenblicke des Gefrierens, ſo wie auch ſelbſt eine Zeitlang nach demſelben, nimmt der Umfang des Waſſers beträchtlich zu. Bringt man Waſſer in eine lange Röhre, ſetzt dieß dem Froſte aus, indem man die Stelle bemerkt hat, wie weit die Oberfläche des Waſſers in der Röhre ſich erſtreckt, ſo nimmt man gar deutlich wahr, daß das Waſſer, noch ehe es gefrieret, anfänglich durch die Kälte zuſammengezogen, kurz vor dem Gefrieren aber eine kleine Zeit gleichſam ſtille ſtehet, und im Augenblicke des Gefrierens ſich ſehr ſchnell und ſtark ausdehnet. Von dieſer ſtarken Ausdehnung des Eiſes kömmt es her, daß die Gefäße ſo leicht zerſpringen, wenn in ihnen Waſſer ſchnell gefrieret, beſonders wenn ſie eine enge Oeffnung haben, und nicht ſtark genug ſind der Gewalt der Ausdehnung zu widerſtehen. Aus eben dieſer Urſache werden vom Froſte Bäume und Felſen von einander geriſſen, das Pflaſter auf den Straßen gehoben u. d. g. mehr. Ueberhaupt iſt die Gewalt, womit das entſtehende Eis die Gefäße, worin es eingeſchloſſen iſt, zerſprengt, bewundernswürdig groß. **Huygens** ſtellte hierüber

*) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre §. 426. Anmerk.

der folgenden Verſuch an: er nahm ein eiſernes Rohr einen Zoll dick, füllte ſelbiges mit Waſſer an, und verſtopfte es alsdann ſorgfältig an den beyden Enden. Nachdem er nun dieſes einem ſtarken Froſte zwölf Stunden ausgeſetzet hatte, ſo fand er ſelbiges an zwey Orten zerſprungen. Noch mehrere Verſuche dieſer Art wurden von der Akademie del Cimento zu Florenz [α]) angeſtellt. Es wurden ſehr viele Gefäße von Glas und verſchiedenen Metallen, welche meiſtentheils die Geſtalt einer Kugel oder eines Sphäroids hatten und ſehr dick waren, mit Waſſer angefüllt, und einer ſtarken Kälte ausgeſetzet. Der Erfolg war, daß ſie alle zerſprangen. Bey einem Gefäße, welches von Kupfer war, berechnete **Muſſchenbroek** die Kraft, welche es zu ſeiner Zerſprengung nöthig hatte, auf 27720 Pfund. Noch neuere Verſuche über die Gewalt des Eiſes bey Zerſprengung der Gefäße ſind von **Williams** [β]) in den Jahren 1784 und 1785 angeſtellt worden. Eine Bombe von 12¾ Zoll im Durchmeſſer und 1½ bis zwey Zoll dick ward zerſprengt, und eine Eisplatte durch den Riß ringsum hervorgetrieben. Von einer andern Bombe ward ein eingetriebener Stöpſel, 29¾ Unzen ſchwer, bey — 6 Grad Temperatur 62 Fuß weit fortgetrieben, und ein Eiscylinder von 4 Zoll lang war herausgetreten. Bey noch einer andern Bombe, welche eine Elevation von 45° hatte, flog ein Stöpſel bey — 19° Temperatur 41¾ Unzen ſchwer 415 Fuß weit. Ueberhaupt macht **Williams** aus ſeinen Verſuchen den Schluß, daß die Ausdehnung des gefrierenden Waſſers jeden Widerſtand überwältige; und ſey das Behältniß zu ſtark, um zerſprengt zu werden, ſo behalte das Waſſer ſeine Flüſſigkeit, ſo ſtark auch die Kälte ſeyn möge.

Von der Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren gibt **Mairan** folgende drey Urſachen an. Die erſte ſey die Menge

α) Tentamina experimentorum natur. captorum in Acad. del Cim. ed. *Petr. v. Muſſchenbroek* Lugd. Batav. 1731. 4.

β) Transact. of the Royal ſociety of Edinburgh. Vol. II. 1790. Gothaiſches Magazin. B. VIII. S. 176.

Menge der im Waſſer entſtehenden ſichtbaren Luftblaſen. Nach ſeiner Meinung iſt die Luft im Waſſer in ſehr viele feinere Theile getheilet, welche ſich abgeſondert in den Zwiſchenräumen des Waſſers aufhalten könnten, und in dieſem Zuſtand größtentheils keine Elaſticität mehr beſäßen; beym Gefrieren aber verbinden ſie ſich nach ihm in größere Blaſen, welche nicht nur aus den Zwiſchenräumen des Waſſers heraustreten, und dadurch mehr Raum leer laſſen, ſondern auch wegen ihrer Elaſticität die ganze Maſſe mehr von einander treiben. Dabey führt er einen von ihm wiederhohlten Verſuch des **Huygens's** α) und **Boyle's** β) an, daß das Waſſer durchs Auspumpen von Luft befreyet ſeine ſpecifiſche Schwere nicht ändere, daher auch die große Menge von der darin eingeſchloſſenen Luft ſeinen Umfang nicht merklich vergrößern könne. Dem Herrn Hofrath **Lichtenberg** ſcheint es unwiderſprechlich, daß die in dem Waſſer eingeſchloſſene Luft einigen Antheil an dieſer Ausdehnung habe; allein, daß dieſer Luft alles dabey zu zuſchreiben ſey, iſt ihm aus den oben angeführten Verſuche ſehr zweifelhaft. Hiernach fraget er, welches iſt das wahrſcheinlichſte: 1. iſt das Waſſer noch nicht ganz rein von Luft geweſen, und daher der Schaum nur deßwegen entſtanden, weil die noch in dem Waſſer befindliche Luft nunmehr im Vacuo entwickelt, wenig Widerſtand fand, und alſo in große Blaſen übergieng? 2. wird bey dem Proceß des Gefrierens Luft erzeuget? 3. oder tritt endlich der Umſtand ein, daß das Waſſer, indem es in Eis übergehet, eine große Menge ſpecifiſche Wärme abzuſetzen genöthiget iſt, die nämlich, die es als flüſſiger Körper mehr haben muß, welche im Stande iſt im luftleeren Raume ein augenblickliches Sieden hervorzubringen? Das zweyte und dritte iſt wohl nicht allein wahrſcheinlich, ſondern wohl gewiß. Das erſtere hingegen ſcheint mir nicht wahrſcheinlich zu ſeyn. Ueberhaupt bin ich der Meinung, daß das Waſſer im natürlichen Zuſtande nicht ein Mahl Luft eingeſchloſſen in ſich

α) Journal des ſav. 25 Juill. et 1672.

β) Philoſoph. tranſact. n. 62.

ſich enthalte. Der Verſuch mit der Luftpumpe, daß ſich beym Evacuiren aus dem Waſſer Luft entwickele, beweiſet meiner Meinung nach dieß nicht. Unter dem Artikel **Dampf** iſt ſchon gezeiget worden, daß bey gleicher Temperatur deſto mehr Dampf beſtehen könne, je geringer der Druck der Atmosphäre iſt. So bald alſo die Evacuation vor ſich gehet, ſo wird der Druck der Luft auf die Oberfläche des unter der Glocke befindlichen Waſſers geringer, folglich muß der nunmehr in größerer Menge mit dem Waſſer verbundene Wärmeſtoff, um das Gleichgewicht mit dem äußern Druck zu halten, Theilchen des Waſſers mit fortreißen, und daher Dampf bilden, dadurch entſtehet eben ein wahres Sieden in dem Waſſer. Hiervon wird man noch mehr überzeuget, wenn man beym erſten oder zweyten Mahle Auspumpen die äußere atmosphäriſche Luft hinzuläßt, da ſich alsdann durch den Druck der entſtandene Dampf zerſetzt, und als kleine Waſſertropfen an die gläſerne Glocke anleget. Man kann nun hieraus ſehr leicht die Anwendung auf das Gefrieren des Waſſers machen. Nach dem dynamiſchen Syſtem erfüllt das vollkommen flüſſige Waſſer ſeinen Raum mit Continuität, und hat folglich keine leere Zwiſchenräume, in welchen die Luft ſich befinden könnte. So bald nun die äußere Temperatur geringer wird, ſo wird auch das Gleichgewicht der Atmosphäre mit der zurückſtoßenden Kraft des Wärmeſtoffs des Waſſers unterbrochen, und es muß daher ein Theil des Waſſers als Dampf fortgeführet werden, welcher beym ſchnellen Gefrieren des Waſſers aber nicht Zeit genug hat zu entweichen, und daher die Blaſen in dem Eiſe verurſachet.

Die zweyte Urſache der Ausdehnung des frierenden Waſſers ſetzt **Mairan** in die veränderte Lage der Beſtandtheile des Körpers gegen einander durch das Herausgehen der Luft. Er ſtellt ſich nämlich die Theile des Waſſers als Sphäroiden, die Theile der Luft aber als Stahlfedern vor, welche ſich im Zuſtande der Flüſſigkeit um die Sphäroiden winden, beym Gefrieren aber lostrennen, und die Waſſertheilchen von einander entfernet halten. Allein dieſe angenommene Geſtalten

der Waſſertheile und Lufttheile ſind ganz willkürlich angenommen, und durch keine einzige Erfahrung bewieſen, daher dieſe Urſache wohl ſchwerlich bey irgend jemand Eingang finden wird.

Die dritte Urſache ſetzt er in das Beſtreben der Waſſertheile, welches ſie ſo deutlich zeigen, ſich als Strahlen unter Nebenwinkeln von 60 und 120° an einander zu legen. Man kann dieſes Beſtreben als eine wahre Kryſtalliſation betrachten, und dieſe mag auch wohl vorzüglich die vornehmſte Urſache der Ausdehnung des Eiſes ſeyn. Dieß Phänomen der Eisſtrahlen, ſich unter dieſen Winkeln mit einander zu verbinden, kann man vorzüglich an den gefrornen Fenſterſcheiben, und allenthalben, wo Eis in dünnen Blättern entſtehet, gewahr werden. Auch in Gefäßen machen die Eisnadeln, welche im Waſſer entſtehen, mit den Seitenwänden eben dieſen Winkel. Aus dieſem Beſtreben folgt nun eine Ausdehnung oder eine Ausbreitung des gefrierenden Waſſers dieſerwegen, weil längliche Theile oder kleine Nadeln, welche ſich unter irgend einem Winkel mit einander verbinden, nothwendig Ausdehnung nach der Richtung, nach welcher ein Schenkel des Winkels von dem andern abweicht, verurſachen müſſen. Dieſe Urſache hält auch **Mairan** für die ſtärkſte, und fügt noch bey, daß ſie in großen Waſſermaſſen durch die Nähe der Waſſertheilchen an einander ſehr eingeſchränkt würde; im Schnee hingegen wirke ſie ganz frey, und ſey daher auch der Grund der großen Lockerheit des Schnees, welcher oft einen Raum einnimmt, der 12 Mahl größer iſt, als das Waſſer, in das er zerfließt.

Vor alten Zeiten hatte man auch noch die Meinung, daß abgekochtes Waſſer eher als ungekochtes gefriere; allein nach den Verſuchen **Mairans** und anderer hat ſich dieſe Meinung keinesweges beſtätiget; man hat gefunden, daß hierin gar kein Unterſchied zwiſchen gekochtem und ungekochtem Waſſer ſey.

Man hat auch ſonſt noch das Vorurtheil gehabt, und hat es zum Theil jetzt noch, daß das Eis in den Flüſſen auf dem Grunde entſtehe, und ſolches erſt nachher unter dem

Nahmen des **Grundeiſes** in ſehr großen Schollen in die Höhe komme. Weil die Luft die Wärme eher als das Waſſer verlieret, ſo muß auch natürlich das Eis zuerſt auf der Oberfläche des Waſſers entſtehen, wo die kältere Luft ſelbiges berühret, und ihm folglich daſelbſt die Wärme zuerſt entziehen. Die Erde und der Sand, welche man an den Eisſchollen oftmahls bemerket, ſind nicht Zeichen, des Eiſes vom Grunde, ſondern vielmehr vom Rande der Flüſſe. **Nollet** [α]) hat ſich beſonders die Mühe genommen, dieſes ſehr genau zu unterſuchen.

Die Erfahrung beweiſet auch, daß ſtillſtehende Gewäſſer eher, als die fließenden gefrieren; auch an den Ufern der Gewäſſer gefrieret es eher als in der Mitte, wo der Strom am ſchnellſten iſt.

Merkwürdig iſt es aber, daß das Waſſer eine etwas ſtärkere Kälte ertragen kann, ohne zu gefrieren, wenn es in zugeſtopften Gefäßen der Kälte ausgeſetzet wird, und im vollkommen ruhigen Zuſtande ſich befindet, als beym Zugange der freyen Luft. Eine ſtarke Erſchütterung aber bringt dieſes Waſſer augenblicklich zum Gefrieren, und gewöhnlich zu einer ſchaumigen mit ſehr vielen Luftblaſen angefüllten Maſſe. **Fahrenheit** [β]) bemerkte dieß zuerſt. Er nahm eine luftleere Kugel, welche bis zur Hälfte mit Waſſer angefüllt war, ſetzte dieſe am 2ten März 1721 der Kälte aus, die nach ſeinem Thermometer 15 Grade (oder nach Reaumur 7 Grad unter dem Froſtpunkte) betrug, und fand das Waſſer am Morgen des andern Tages noch flüſſig, obgleich die Kälte auf einerley Grad geblieben war. Nun brach er die Spitze an der Glaskugel ab, die beym Zerſchmelzen geblieben war, und bemerkte, daß das Waſſer in dem Augenblicke mit kleinen Eisſpitzen vermiſcht wurde. Er ſchloß daraus, daß der Mangel der Luft das Gefrieren des Waſſers gehindert habe. Nach wiederhohlten Verſuchen bemerkte er aber durch einen Zufall, daß nicht ſo wohl der Mangel der Luft, ſondern vielmehr eine voll-

α) Hiſtoir. de l'Académ. roy. des ſcienc. 1743.

β) Philoſoph. tranſact. 1724. n. 382.

kommene Ruhe des Waſſers das Gefrieren desſelben hindere, und daß nur eine kleine Bewegung hinreichend ſey, das Waſſer ſogleich gefrieren zu machen. Als er nämlich eine ſolche Kugel in der Hand trug, und ungefähr mit dem Fuß an etwas anſtieß, ſo vermiſchte ſich ſogleich das Waſſer mit Eisnadeln. Er ſagt, hoc caſu fortuito edocebar, glaciem in aqua ſatis frigida agitatione produci poſſe, ſimulque iudicii errorem agnoſcebam, quod nempe abſentiae aëris fluiditatem aquae attribuiſſem. Er bemerkt dabey, daß die Eisnadeln mit dem Waſſer eine Zeitlang vermiſcht geblieben wären, und die ganze Maſſe wie ein Anſchießen von Salzen ausgeſehen hätte; auch habe ſein Thermometer, das er in das Gemiſch von Eis und Waſſer gebracht, beſtändig 32 Grad, oder den wahren Froſtpunkt, gezeigt, obgleich das Waſſer vorher kälter geweſen ſey. Auch **Martin Triewald**, Maſchinendirektor in Schweden, hat dieß in einem Briefe an **Sloane** *) beſtätiget. Am 15ten Dec. 1729 nahm er nämlich eine lange mit Waſſer angefüllte Flaſche, worin carteſianiſche Teufelchen ſich befanden, von dem Geſtelle herab, und fand ſelbiges, ungeachtet es eine große Kälte war, noch flüſſig; da er aber mit der Hand auf die Blaſe druckte, ſo verwandelte es ſich in Zeit von einer Sekunde in Eis. Die Verſuche mit Waſſer in genau verſtopften Flaſchen hat **Muſſchenbroek** wiederhohlet. Nachdem er das Waſſer in ſelbigen eine Nacht hindurch einer ſtarken Kälte ausgeſetzet, ohne zu gefrieren, ſo wurde es binnen einer Minute mit Eisſpitzen angefüllt, als er die Stöpſel abgezogen, und die Luft dazu gelaſſen hatte. Sehr viele Verſuche dieſer Art führt beſonders **Mairan** an, und beweiſet auch dadurch, daß das Waſſer, wenn die Oberfläche desſelben mit Oel bedecket iſt, eine ſtärkere Kälte, ohne zu gefrieren, ertragen könne, als das Waſſer, welches der freyen Luft ausgeſetzet iſt; er fand nämlich, daß das Waſſer, über welches Baumöl gegoſſen war, bey einer Kälte von 5 Grad unter dem Gefrierpunkte ſich nicht in Eis verwandelte, bis er mit einem Schlüſſel an das

*) Philoſoph. transact. n. 418.

das Gefäß klopfte, da alsdann nach 12 bis 15 Schlägen, das ganze Waſſer mit Eisblättern vermengt war, und nach weggenommenem Baumöl, ſich gänzlich in Eis verwandelte. Herr **Brugmans** in Gröningen hat auch gefunden, daß das Waſſer, ohne zu gefrieren, zuweilen eine Kälte von — 11,7 Reaum. (+ 5,7 Fahrenh.) aushielt [α]).

Herr **de Lüc** [β]) brachte eine kleine Menge Waſſers, das er von Luft gereiniget hatte, in einen Kolben, worein ein Thermometer geſtellet war, und fand, daß dieſes Waſſer weit unter dem gewöhnlichen Eispunkte, ohne zu gefrieren, erkalten könne. In dieſem Zuſtande hat er Waſſer einer natürlichen Temperatur der Luft, welche mehrere Tage etwa — 8° nach ſeiner Skale oder 14 Grad Fahrenh. hatte, ausgeſetzt, und es blieb flüſſig. Sobald er aber das Waſſer mit einem kleinen Stückchen Eis berührte, ſo wurde ein Theil von dem erkalteten Waſſer ſogleich in Eis verwandelt; die daraus frey gewordene Wärme brachte das übrige Waſſer ſogleich auf den Froſtpunkt, und auf dieſem Punkte blieb die Maſſe ſo lange, bis ſie ganz in Eis verwandelt war; nachher richtete ſie ſich nach der äußern Temperatur. Hieraus erkläret de Lüc zugleich [γ]), wie im Luftkreiſe Bläschen ſich bilden und exiſtiren können, wenn gleich die Temperatur beym Gefrieren iſt, weil außer dem Erkalten noch irgend ein beſtimmender Umſtand nöthig iſt, damit ſich das Eis bilde.

Vorzüglich hat **Blagden** [δ]) Verſuche angeſtellt, das Waſſer unter verſchiedenen Umſtänden unter den Froſtpunkt herabzubringen, ohne daß es gefriere. Deſtillirtes Waſſer ließ ſich bis 24, und 23, und wenn es eine Zeitlang gekocht hatte, bis 21 Grad nach Fahrenh. erkälten; hartes Brunnenwaſſer nur bis 25 und 24; trübes Waſſer vom New River

α) *van Swinden* obſervat. ſur le froid rigoureux de 1776 Amſterd. 1778. gr. 8.

β) Neue Ideen über die Meteorologie. Th. I. Berlin und Stettin, 1787. 8. §. 207.

γ) A. a. O. Th. II. §. 610.

δ) Philoſoph. transact. Vol. LXXVIII. P. I. p. 125 ſqq. p. 277 ſqq. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. I. S. 87 u. f. S. 393 u. f.

gar nicht unter den Gefrierpunkt. Ueberhaupt ſchien der Mangel an Durchſichtigkeit das Waſſer unfähig zu machen, daß es ſich weit unter dem Gefrierpunkte erkälte; hingegen Säuern und Auflöſungen von Salzen machten es fähig, daß das Waſſer noch tiefer unter dem Gefrierpunkte erkältet werden konnte, ohne zu gefrieren. Obgleich die Ruhe des Waſſers dieſer Erkältung günſtig iſt, ſo bringt doch nicht eine jede Bewegung ein plötzliches Gefrieren hervor, wie bereits ſchon **Wilke** *) erinnert hat. Waſſer, das bis 21 Grad erkältet war, konnte im Becher gerüttelt, mit einem Federkiel umgerühret und die Oberfläche angeblaſen werden, ohne zu gefrieren. Eine ſchütternde Bewegung, z. B. Aufſtoßen des Bechers mit dem Boden, Reiben mit dem Federkiel oder mit Wachs an der Seitenwand des Bechers unter dem Waſſer u. ſ. f. machen das Waſſer am erſten gefrieren. Das Waſſer am erſten und beſten augenblicklich zum Stehen zu bringen iſt die Berührung desſelben mit einem Stückchen Eis, ſo klein dieſes auch ſeyn mag; von dieſen berührten Stellen ſchießen durch die ganze Maſſe die ſchönſten Eiskryſtallen an, und das Thermometer ſteigt ſchnell durch 10 bis 11 Grade bis auf 32 in die Höhe. Daraus ſchreibt **Blagden** den Waſſertheilchen eine Polarität zu, vermöge welcher ſich nur beſondere Stellen derſelben anziehen, und welche durch eigene Arten der Bewegung, ſo wie durch Berührung mit Eis, befördert werde.

Die Urſache, daß das Waſſer in verſchloſſenen Gefäßen eine ſtärkere Kälte ertragen kann, als das Waſſer, welches der freyen Luft ausgeſetzet iſt, liegt vielleicht darin, daß die Wärme in dem Waſſer in eingeſchloſſenen Gefäßen länger zurückgehalten werde, als bey der Berührung der freyen Luft.

Wegen der Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren wird das Eis ſpeciſiſch leichter als das Waſſer ſelbſt, und daher kömmt es, daß losgeriſſene Eisſchollen auf dem Waſſer ſchwimmen. Das ſpeciſiſche Gewicht des Waſſers zu dem des Eiſes wird gemeiniglich in dem Verhältniſſe 1000 : 916 oder

*) Schwediſche Abhandlungen. B. XXX.

oder 9:8 ausgedruckt; nach **Irving** iſt dieß Verhältniß 15:14 und nach **Williams** 18:17. Ueberhaupt läßt ſich dieß Verhältniß nicht ganz beſtimmt angeben, weil nach Beſchaffenheit der Umſtände in der einen Eismaſſe mehr oder weniger Luftblaſen eingeſchloſſen ſeyn können als in der andern, woher eine Verſchiedenheit dieſes Verhältniſſes entſtehen muß. Auch haben **Mairan** und nach ihm verſchiedene andere gefunden, daß das Volumen des Eiſes ſelbſt nach ſeiner Entſtehung noch zunehme, und daher ſein ſpecifiſches Gewicht vermindert werde. **Mairan** ſucht den Grund dieſer zunehmenden Ausdehnung in der Vereinigung mehrerer kleiner Luftbläschen, wodurch ihre Elaſticität vergrößert wird. Aus ſeinen Beobachtungen nahm ein Bläschen von einer Linie im Durchmeſſer in einigen Tagen mehr als $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer zu. Aus dieſer zunehmenden Ausdehnung leitet er auch das Krachen her, welches man zuweilen auf großen zugefrornen Flüſſen, Seen und Teichen höret, wodurch zugleich das Eis aufſpringt, oder Riſſe bekömmt, welche ſich oftmahls auf eine anſehnliche Weite erſtrecken. Im Jahre 1740 ließ er ein Stück Eis, deſſen ſpecifiſches Gewicht $\frac{13}{14}$ von dem des Waſſers betrug, acht Tage lang im Waſſer ſtehen, und fand nachher das ſpecifiſche Gewicht $\frac{11}{12}$ von dem des Waſſers, daß ſich alſo der Umfang dieſes Stück Eiſes während den acht Tagen noch um $\frac{1}{77}$ vergrößert hatte.

Nachdem verſchiedene Gewäſſer auch verſchiedene fremdartige Beſtandtheile in ſich enthalten, nachdem erfordern ſie auch einen größern oder geringern Grad der Kälte, wenn ſie frieren ſollen. So verlangt das Meerwaſſer, und überhaupt geſalzenes Waſſer, einen merklich größern Grad von Kälte als ſüßes, wenn es frieren ſoll. Wenn das Meerwaſſer in einem offenen Gefäße der freyen Luft ausgeſetzet wird, ſo wird es anfänglich beym Gefrieren blätterricht, ſchwammig, brüchig, etwas geſalzen und undurchſichtig; nachher aber wird es, wenn nur die Kälte anhaltend und ſtark genug iſt, ſo hart, und ſo durchſichtig und ſüß, wie das Eis, welches im ſüßen Waſſer entſteht, wenn es ruhig, und ſeine Oberfläche der

kalten Luſt ausgeſetzet iſt. Es fängt nämlich das Salz gleich beym Gefrieren des Salzwaſſers an, ſich vom Eiſe abzuſondern, und dieſe Abſonderung erfolget deſto mehr, je ſtärker das Salzwaſſer gefrieret. An dieſer Abſonderung des Salzes von dem Eiſe zweifelte man ſonſt, allein es hat ſich dieſes aus den Nachrichten der Geſchichtſchreiber genugſam beſtätiget *). Um beyde Pole unſerer Erde gibt es ungeheure harte Eismaſſen, welche ſich am Feuer in ſüßes trinkbares Waſſer auflöſen, und welches man auch zum trinkbaren Waſſer auf den Schiffen gebrauchet. Die Größe und die Menge der ungeheuern Eisklumpen, welche auf den kalten Meeren um die Pole ſchwimmen, übertreffen alle Vorſtellung. Allenthalben erblickt man Eisfelder, welche oft viele Meilen lang und breit, und mit Eisfelſen, die über 100 Fuß über das Waſſer hervorragen, beſetzt ſind. Dieſe hohe Maſſen von Eis entſtehen unſtreitig aus Eisfeldern, welche ſich auf der Oberfläche des Meeres erzeugen, und oft wohl an 100 Meilen lang ſind. Dieſe zerbricht der Sturm, ihre Eisſchollen werden über einander geworfen und frieren zuſammen, ſo daß man nachher ihre verſchiedene Schichten noch deutlich wahrnehmen kann.

Was die Feſtigkeit des Eiſes betrifft, ſo iſt dieſe deſto größer, je weniger Luft es beſitzet, folglich je dichter es iſt. Das Eis der Nordländer iſt beſtändig weit feſter und härter, als das Eis in unſern Gegenden, und läßt ſich kaum mit dem Hammer zerſchlagen. Die Feſtigkeit des Eiſes wird dadurch noch größer, daß es vom Waſſer getragen wird. Die Erfahrung beweiſet es, daß eine Eisrinde von mäßiger Dicke, wenn ſie ununterbrochen ſich auf eine beträchtliche Weite erſtreckt, anſehnliche Laſten tragen kann. Im Jahre 1683 ließ die königliche Societät zu London die Dicke des Eiſes in der Themſe meſſen, und man fand dieſe 11 Zoll, obgleich belaſtete Wagen darüber fuhren. So bald aber das Eis Riſſe oder Spalten erhalten hat, und folglich hier und da in der Verbin-

*) R. Forſter Bemerkungen ꝛc. auf ſeiner Reiſe um die Welt, aus dem Engl. überſetzt von Ge. Forſter. Leipzig 1783. 8. S. 59 u. f.

Verbindung ſeiner Theile unterbrochen iſt, ſo wird es auch bey ziemlich ſtarker Dicke wenige Laſten zu tragen vermögen. Auf einer ununterbrochenen Eisfläche, welche ungefähr 1 Fuß dick iſt, kann eine ganze Armee ſicher ſtehen; hingegen auf einer eben ſo dicken Eisſcholle von 70 Quadrattoiſen können nicht 100 Mann ſich aufhalten, ohne unterzuſinken. Rechnet man nämlich auf jeden Mann 160 Pfund Gewicht, ſo beträgt die ganze Laſt 16000 Pfund; nun übertrifft aber das Gewicht des von der Eisſcholle verdrängten Waſſers das Gewicht der Eisſcholle ſelbſt (wenn man die ſpecifiſchen Gewichte des Waſſers und Eiſes wie 12:11 ſetzt, und den Cubikfuß 72 Pfund ſchwer nimmt) nur um 15120 Pfund.

Wenn in der freyen Luft Waſſer zu gefrieren anfängt, ſo hat es allemahl einen gewiſſen beſtimmten Grad der Temperatur, ſo daß ſo gar das Waſſer, welches etwas kälter als dieſer beſtimmte Grad iſt, in dem Augenblicke des Gefrierens etwas von ſeiner Kälte verlieren muß. Dieſe Temperatur iſt mit der Temperatur des thauenden Eiſes völlig einerley, und heißt der **Aufthauungs-** oder **Eispunkt, Gefrierpunkt.** Er iſt folglich als ein feſter und unveränderlicher Punkt zu betrachten, und wird daher auch bey der Eintheilung der Thermometergrade als ein Fundamentalpunkt angeſehen. M. ſ. **Thermometer.** So bald aber ein Mahl das Waſſer eine Eisrinde erhalten hat, ſo nimmt es nun auch in kälterer Luft, oder überhaupt durch Berührung kälterer Körper ſehr leicht größere Grade der Kälte an. Jedoch findet hierbey ein großer Unterſchied Statt, indem ſich die Temperaturen des Eiſes und der Atmosphäre nicht allemahl übereinſtimmend ändern.

Die Durchſichtigkeit des Eiſes iſt gewöhnlich nicht ſo groß, als die des Waſſers. Ohne Zweifel rührt dieß von der Menge der Bläschen und kleinen Riſſe und Spalten her, welche im Eiſe zerſtreuet ſind, und die man mit dem Vergrößerungsglaſe ſehr deutlich wahrnehmen kann; dadurch werden aber die Lichtſtrahlen auf mannigfaltige Art gebrochen und zurückgeworfen, und verurſachen daher einen nicht ſo

freyen

freyen Durchgang des Lichtes, als wenn das Gegentheil Statt hätte. Mehrentheils iſt die äußere Rinde des Eiſes undurchſichtiger als das inwendige der Eismaſſe, vielleicht weil ſich beym Anfange des Gefrierens wegen der größern Menge von Wärmematerie mehr Dampf entwickeln und beym plötzlichen Zufrieren nicht entweichen kann; daher man auch in der Eisrinde beſtändig eine größere Menge von Bläschen und kleinen Riſſen wahrnimmt, als in dem Innern der Eismaſſe.

Das Licht wird in dem Eiſe etwas geringer als im Waſſer gebrochen. Wenn man Waſſer in linſenförmigen Gefäßen zu einem reinen dichten Eiſe hat gefrieren laſſen, und dieſe linſenförmigen Eismaſſen mit etwas lauligem Waſſer poliret, ſo verſtatten ſie dem Sonnenlicht einen hinlänglichen Durchgang, um eben ſo wie ein Brennglas zu wirken.

Auch das Eis dunſtet wie das Waſſer aus, und zwar noch weit ſtärker als dieſes. Man kann ſich davon überzeugen, wenn man einige ſpitzige oder ſcharfe Stücken Eis an die Luft ſtellet. Ihre Spitzen und ſcharfen Ecken wird man gar bald abgeſtumpft, und ihr Gewicht vermindert finden, wenn auch die Kälte noch ſo groß iſt. **Mairan** fand im Jahre 1716, daß ein Stück Eis, welches dem Nordwinde ausgeſetzet war, während einer Zeit von 24 Stunden den fünften Theil des Gewichtes verloren hatte. **Gauteron** ſetzte am 12ten December 1708 eine Unze gemeines Waſſer Abends um 6 Uhr in einem Becher von Porcellan dem Froſte aus, welches durchaus gefror. Am andern Morgen wog er das Eis, und fand es 24 Gran leichter, als es geweſen war. (War aber nicht vielleicht bey der Entſtehung des Eiſes dieſe beträchtliche Menge Waſſer als Dampf fortgegangen; dieſe Erfahrung ſcheint meine obige Behauptung noch mehr zu beſtätigen). Als dieß Eis geſchmolzen war, hatte es noch einen Verluſt von 12 Gran erlitten. Ein anderes Mahl ſetzte er Waſſer, Branntwein, Olivenöl, Nußöl, Terpentinöl und Queckſilber, von jedem eine Unze, einer großen Kälte aus.

Das

Das Waſſer fror bald, und ward in einer Stunde 6 Gran leichter, das Nußöl 8 Gran, Branntwein und Terpentinöl 12 Gran. Am andern Morgen war das gefrorne Waſſer 36 Gran, das Nußöl, welches nicht fror, 40, Branntwein und Terpentinöl, die auch nicht froren, jedes 54 Gran leichter geworden. Das Queckſilber und Olivenöl blieben faſt in einerley Zuſtande. Dabey merkt er überhaupt an, daß die Ausdünſtung bey großem Froſte und Winde größer, als bey ſtillem Wetter und geringerer Kälte geweſen ſey. Der Wind befördert die Dünſte alle Mahl; in Anſehung der Kälte aber iſt **Wallerius** der Meinung, daß nur in dem Augenblicke der Entſtehung des Eiſes die Ausdünſtung deſto ſtärker ſey, je größer die Kälte iſt.

Mairan leitet die ſtarke Ausdünſtung aus der Struktur des Eiſes her, vermöge welcher es der Luft eine weit rauhere Oberfläche und daher mehrere Berührungspunkte darbiete.

Beym Aufthauen des Eiſes wird eine weit größere Zeit als beym Gefrieren erfordert, obgleich die Temperatur nur etwas weniges über den Gefrierpunkt ſteigen kann. Das Eis zerſchmelzt aber deſto geſchwinder, je dichter der wärmere Körper iſt, der es berühret. So ſchmelzt das Eis eher im Waſſer als an der Luft, eher auf einem zinnernen Teller, als auf der Hand u. ſ. f. Die Luft ſchmelzt daher große Eismaſſen nur ſehr langſam. Hierauf beruhet auch die Erklärung des beſtändigen Eiſes auf den hohen Bergen und in den Polarländern, und auch zum Theil die Einrichtung der Eisgruben.

Beym Zerſchmelzen des Eiſes bemerkt man anfänglich ein gewiſſes Schwitzen auf der Oberfläche desſelben, dadurch es trüber und undurchſichtiger wird. Es ſind dieß eigentlich ſehr kleine Waſſertröpfchen, welche das Licht verſchiedentlich brechen und zurückwerfen. Durch die Vereinigung dieſer kleinen Waſſertröpfchen bilden ſich auf der Fläche des Eiſes kleine Adern oder Vertiefungen, welche ſie als kleine Canäle gleichſam in das Eis eingraben. Fällt die Kälte ſchnell ab, ſo bekömmt die Oberfläche des Eiſes eine ſehr ſchöne Politur, indem

indem das ablaufende Waſſer alle Unebenheiten mit wegnimmt. Die Eisnadeln, womit das Gefrieren den Anfang macht, halten ſich gemeiniglich am längſten, wie man dieß beſonders an dünnen aufthauenden Eisſcheiben wahrnehmen kann. Weil nun ſolcher Geſtalt ein Theil des Eiſes immer eher aufthauet als das andere, ſo wird die ganze Eismaſſe, wenn ſie von allen Seiten der Luft ausgeſetzet iſt, zuerſt ein lockerer durchlöcherter Körper, welcher ſich mit leichter Mühe zuſammendrucken läßt.

Wenn im Waſſer Salz iſt aufgelöſet worden, ſo wird dieſes Waſſer eine weit größere Kälte verlangen, um zu gefrieren, obgleich das Waſſer durch das aufgelöſete Salz an und für ſich ſchon kälter als vorher geworden iſt. Auch ſchmelzen die Salze das Eis, und machen es zugleich kälter, man kann daher auch durch ſelbige ein Waſſer hervorbringen, welches viel kälter, als der Gefrierpunkt, und doch flüſſig iſt. Faſt alle Salze dienen dazu, beſonders aber der Salmiak, der Salpeter und das Kochſalz. Man kann ſo gar durch dieſe Salze im Sommer über dem Feuer eine Kälte zu Wege bringen, bey welcher Waſſer gefrieret. So kann man ein künſtliches Eis erhalten, wenn man ein Glas Waſſer in eine Miſchung von Kochſalz und Schnee ſtellet. Auch durch Hülfe der Ausdünſtungen laſſen ſich Grade der Kälte erlangen, welche den Grad zum Gefrieren des Waſſers weit übertreffen. Von allen dieſen mit mehrerem unter dem Artikel **Kälte, künſtliche.**

Auch iſt das Eis der Salzauflöſungen bey weitem nicht ſo compakt, als das Eis der ſüßen Gewäſſer, vielmehr iſt es voller Luftblaſen und ſchaumig. Bey ſehr großer Kälte ſondert ſich jedoch zuletzt das Salz vom ſüßen Waſſer ab, und dieſes wird dann eben ſo compakt, wie das gewöhnliche Eis. Wird aber die Kälte noch ſtärker, ſo daß auch das noch übrige Salzwaſſer zum Gefrieren gebracht werden kann, ſo legt ſich dieſes an dem compakten Eiſe als eine ſchaumige Maſſe an, wie man dieß am beſten bey dem gefrornen Meerwaſſer wahrnehmen kann.

Von den Meinungen der Naturforſcher über die Urſachen der Entſtehung des Eiſes, oder über die Verwandlung der flüſſigen Körper in feſte überhaupt mit Mehreren unter dem Artikel **Gefrieren.**

Eisapparat des **Lavoiſier** und des **de la Place** ſ. **Wärmemeſſer.**

Eiſen (ferrum, fer) iſt ein Metall von weißgrauer Farbe, im Bruche ſcharf, faſericht, lichtgrau und glänzend, beſitzt aber wenig Elaſticität, daher es auch keinen ſonderlichen Klang hat. Es iſt dehnbar, etwa ſo feſt wie Kupfer, und nach dem Golde das zäheſte Metall. Es läßt ſich in der Hitze und kalt ſchmieden. Die Dichtigkeit dieſes reinen, welchen oder geſchmeidigen Eiſens iſt nach den Verſuchen **Rinmanns** *) in einer Mittelzahl gegen das Waſſer 7,700. Ein Beyſpiel von der Geſchmeidigkeit des reinen guten Eiſens gibt das feinſte Eiſendraht, von welchem nach **Rinmann** eine ſchwediſche Elle nur $10\frac{5}{16}$ As wiegt. In einer geringen Hitze ſäuert es ſich ſchon beym Zutritt der äußern Luft, und eben daher läßt ſich das Eiſen durchs Hämmern nicht ſo, wie Gold und Silber u. ſ. zu dünnen Blättchen ſchlagen. In Anſehung der abſoluten Feſtigkeit und Zähigkeit aber übertrifft das Eiſen alle andere Metalle. Nach **Muſſchenbroek** trug ein Eiſendraht von $\frac{1}{10}$ Zoll Dicke 450 Pfund, ohne zu zerreißen; nach dem Graf von **Sickingen** zerriß ein eiſerner Draht von $\frac{3}{10}$ Linien Dicke und 2 Fuß Länge, bey ſehr ſprödem Eiſen, erſt von 60 Pfund 12 Unzen und 8 Grän. Das Eiſen läuft im Feuer, noch ehe es glühet, mit bunten Farben des Regenbogens an. Wird alsdann das Feuer ſtuffenweiſe immer mehr und mehr verſtärkt, ſo fängt es im Finſtern zu leuchten an, und zwar erſt mit brauner, dann mit rother und zuletzt mit weißer Farbe. Dabey

*) *Swen. Rinmann* anledningar till Kunſkap om den gröſre Järn och Stahl förädlinger. Stoch. 1772. 8. desſelb. Förſök till Järnets hiſtoria med Tillampning för Slögder och Handwerk. Stochh. 1782. 2 B. 4. Hr. Rinmann Verſuch einer Geſchichte des Eiſens mit Anwendung für Gewerbe und Handwerker. a. d. Schw. v. Joh. Gott. Georgi. B. I. II. Berl. 1785. 8.

bey wird es mit einer ſchuppichten ſpröden Haut bedeckt, welche man **Hammerſchlag** oder **Glüheſpan, Schmiedeſinter** nennt; in noch ſtärkerer Hitze kömmt es endlich zum Fluß in glaſichter ſchwarzbrauner Geſtalt. Man nennt dieſen Fluß nach dem Erkalten die **Eiſenſchlacke, Hammerſchmiedeſchlacke.** Der Hammerſchlag iſt nichts weiter als eine **Halbſäure (unvollkommener Eiſenkalk)** (oxidum ferri nigrum, calx ferri nigra, oxide de fer noir), ſchwarz von Farbe und wird noch vom Magnet angezogen. An der Luft roſtet das Eiſen, und dieſer Roſt iſt ebenfalls nichts weiter als eine Eiſenhalbſäure. Bringt man etwas Eiſenfeile auf einer Schale über das Feuer, rührt ſie beſtändig um, ſo verwandelt ſich ſelbige nach einigen Stunden in eine ſchwarze Eiſenhalbſäure. Setzt man ſie dem Feuer noch weiter aus, ſo nimmt dieſe Eiſenhalbſäure noch mehr Säure an, und die ſchwarze Farbe geht in eine braune und zuletzt in eine gelbe Eiſenhalbſäure über. Dieſe Eiſenhalbſäure wird vom Magnet nicht mehr angezogen, da ſonſt das Eiſen denſelben ſehr ſtark anzieht, und außerdem noch dieſe merkwürdige Eigenſchaft beſitzet, ſelbſt magnetiſch zu werden, und daher anderes Eiſen an ſich zu ziehen. Die gelbe Eiſenhalbſäure iſt jederzeit mit etwas Kohlenſäure verbunden. Um dieſe zu trennen, bringt man die Halbſäure in verſchloſſene Gefäße, und ſetzt ſie einer heftigen Gluth aus; dadurch entwickelt ſich Sauerſtoffgas und die gelbe Eiſenhalbſäure verwandelt ſich in eine ſchwarze Halbſäure. Im Waſſer ſäuert das Eiſen ebenfalls, wobey ſich Waſſerſtoff entwickelt; das Eiſen aber gehet in eine ſchwarze Eiſenhalbſäure über. Wird die Eiſenhalbſäure mit Kohlenſtaub in gehöriger Menge verſetzt, in bedeckten Gefäßen einer hinlänglich ſtarken Weißglühehitze ausgeſetzt, ſo fließt er wirklich zum Regulus zuſammen, welcher aber nicht mehr die Geſchmeidigkeit des Stabeiſens hat. Von dem reinen oder geſchmeidigen Eiſen iſt das **Roheiſen** oder das **Gußeiſen** zu unterſcheiden, welches durch das erſte Ausſchmelzen der Eiſenerze erhalten wird. Dieſes iſt nicht ſtreckbar wie jenes,

läßt

läßt ſich alſo weder kalt noch warm ſchmieden. Dieſes Eiſen läßt ſich im offenen Feuer aber bey der heftigſten Hitze, die man auf 1600° Fahrenh. ſchätzt, ohne Zuſatz ſchmelzen, und ſich in jede beliebige Geſtalt gießen, welches das Stabeiſen nicht thut. Auf dem Bruche iſt es nicht faſerig, ſondern mehr oder weniger körnicht. Die Sprödigkeit und Härte desſelben iſt ſehr groß; es iſt elaſtiſcher als das geſchmeidige Eiſen, und gibt daher auch einen beſſern Klang; roſtet nicht ſo leicht in der Luft, und verwandelt ſich auch nicht ſo leicht in Hammerſchlag. In der Hitze läuft es ſonſt mit eben den Farben an, wie das geſchmeidige Eiſen, nur muß alsdann die Hitze größer ſeyn. Sein ſpecifiſches Gewicht iſt geringer, als das vom Stabeiſen, und in einer Mittelzahl nach den Verſuchen **Rinmanns** gegen das Waſſer wie 7,251. Das Roheiſen iſt theils nach Beſchaffenheit der Erze, woraus es geſchmolzen wird, theils auch nach dem Verfahren bey der Schmelzbarkeit ſelbſt ſehr verſchieden. Jedoch laſſen ſich vorzüglich zwey Hauptarten desſelben unterſcheiden, das **weiße** und das **graue Roheiſen**; jenes iſt ſpröder und ſchmelzbarer als dieſes; jenes ſchickt ſich beſſer zum geſchmeidigen Eiſen, dieſes beſſer zum Stahl. Vom letztern gibt es mehrere Abarten bis zum **ſchwarzen** Roheiſen. Oftmahls iſt es auch gemiſcht, und enthält ſchwärzliche Flecke auf einem lichtgrauen Grunde. Wenn graues Roheiſen nochmahls geſchmolzen wird, ſo ſondert ſich beym Erkalten und Geſtehen **Reißbley** ab (m. ſ. **Reißbley**). Durch öfteres Glühen zwiſchen Kohlen und Schmieden wird gutes Roheiſen in geſchmeidiges Stangeneiſen verwandelt.

Aus dem Eiſen wird der ſo genannte genugſam bekannte **Stahl** verfertiget, wovon mit mehrerem unter dem Artikel **Stahl**.

Es iſt wohl kein anderes Metall einer ſo mannigfaltigen Verſchiedenheit und Abwechſelung ſeiner Eigenſchaften unterworfen, als das Eiſen, z. B. der Schmelzbarkeit, Härte, Geſchmeidigkeit, Zähigkeit, des Bruchs, Glanzes u. ſ. w.; aber es iſt auch keines aus dieſer Urſache für die Chemiſten

in Anſehung ſeiner Miſchung problematiſcher, als eben das Eiſen geweſen. Man hat jetzt die Urſachen des Unterſchieds zwiſchen **Roheiſen, geſchmeidigem Eiſen** und **Stahl** ziemlich entdeckt. Nachdem **Reaumür** *) verſchiedene Verſuche über den Stahl angeſtellet hatte, ſo nahmen die Chemiker einſtimmig die Meinung desſelben an, daß in dem **Gußeiſen** außer der unmetalliſchen, ſchlackigen und den noch nicht reducirten Eiſenkalktheilchen, noch eine beträchtliche Menge Schwefeltheile enthalten wären, welche es in eine Art von erzartiger, rohſteinartiger Beſchaffenheit verſetzten, und ſeine leichte Schmelzbarkeit, ſo wie ſeine Sprödigkeit und Härte hervorbrächten, daß bey der Verwandlung desſelben in **geſchmeidiges Eiſen** die Schwefeltheile mehr ausgeſchieden, die unmetalliſchen erdigen durch Kneten unter dem Hammer nach der Oberfläche zu mehr ausgetrieben und abgeſondert würden; daß dagegen durch den Verluſt jener Schwefeltheile die Schmelzbarkeit des geſchmeidigen Eiſens abnehme, ſeine Zähigkeit und Geſchmeidigkeit aber zunehme. Das Stangeneiſen aber enthalte doch noch eine Menge Eiſenkalktheile, ſey alſo noch nicht durch und durch reguliniſch. Neuere und genauere Unterſuchungen aber haben dieſe Meinung ganz unzureichend befunden und gezeigt, daß ſie auf keine Weiſe alle dabey vorkommende Umſtände hinlänglich erklären. Im guten und reinen Roheiſen ſind nämlich weder Schwefel, noch ſchwefelige Säure anzutreffen, und das geſchmeidige Eiſen kann vielmehr durch Umſchmelzen zwiſchen Kohlen (ohne den mindeſten Zuſatz von Schwefel) zum Roheiſen gebracht werden; und die bey der Verwandlung des Roheiſens in geſchmeidiges Eiſen unter dem Hammer abgeſchiedenen Theile ſind nicht unmetalliſche Erde, ſondern Glüheſpan, und können durch Reduktion wieder zu gutem Eiſen, und ſo wieder zum geſchmeidigen Eiſen, ja zum Stahle gebracht werden.

Aus

*) L'art d'adoucir le fer fondu p. Mr. *Reaumur*. à Paris 1762. fol.

Aus einer Reihe mannigfaltiger Verſuche, welche **Torb. Bergmann** *) angeſtellet hatte, ergab ſich, daß in gutem und reinem Eiſen Arſenik und ſchwefelige Säuren nicht zugegen ſind, und daß ohne dieſe der Unterſchied zwiſchen Roheiſen und geſchmeidigem Eiſen gar wohl Statt finden kann; hingegen fand er Reißbley mit Braunſtein immer, jedoch im Gußeiſen in andern Verhältniſſen, als im geſchmeidigen Eiſen. Den Unterſchied dieſer Eiſenarten ſetzt er außerdem noch in die verſchiedene Menge des Phlogiſtons, welche mit dem Eiſenkalke verbunden ſey. Im Gußeiſen nämlich ſey die geringſte Menge Brennbares zugegen; im geſchmeidigen Eiſen das mehreſte; dieſes enthalte ferner wenig oder nichts von Reißbley, und weniger ſpecifiſchen Wärmeſtoff; das Roheiſen aber ſey in Anſehung ſeines Gehaltes an Reißbley am reichſten. Die Gründe, auf welche **Bergmann** ſeine Behauptung von der verſchiedenen Menge des Brennſtoffs bauet, beruhen auf der ungleichen Menge des brennbaren Gas, welche Gußeiſen und geſchmeidiges Eiſen mit Schwefelſäure und Salzſäure geben, und auf der ungleichen Quantität, welche von dieſen Eiſenſorten angewendet werden muß, um gleiche Quantitäten Silber aus Säuren reguliniſch zu fällen. Es kömmt alſo nach **Bergmanns** Meinung auf Folgendes an: Roheiſen in geſchmeidiges Eiſen umzuwandeln, muß man das Reißbley darin zerſetzen oder es austreiben, und mehr Phlogiſton mit den Eiſentheilchen vereinigen; dieß geſchehe in den Hammerſchmiedsherden durch ſtarkes Feuer und heftiges Gebläſe, oder durchs Schmelzen und Umrühren an der Luft, wodurch das Reißbley theils zerſetzt, theils ausgetrieben würde, und wobey das Phlogiſton desſelben ſo wie das Phlogiſton der Kohlen mehr Brennſtoff an das Eiſen brächten. Die größere Menge Reißbley gebe dem Roheiſen die Fähigkeit leichter zu ſchmelzen, und die Abweſenheit desſelben vermindere dieſe im geſchmeidigen Eiſen.

*) *Torb. Bergmann* reſp. *Ioh. Gadolin* diſſ. de analyſi ferri. Vpſ. 1781. 4. und in ſeinen opuſc. phyſ. chem. Vol. III. p. 1. Analyſe du fer p. Mr. *Torb. Bergmann* trad. en françois avec des notes — par Mr. *Grignon*. à Paris 1783. 8.

Durch die Verſuche der Herren **Vandermonde, Berthollet** und **Monge** *) bekam **Bergmanns** Theorie noch mehr Aufſchluß, wobey zugleich eine Aufklärung über die Entſtehung des Reißbleyes verſchafft wurde. Dieß Reißbley, welches beym Eiſenſchmelzen im hohen Ofen ſich bildet, wird von dem Eiſen im Fluſſe in größerer oder geringerer Menge aufgelöſet, nach Beſchaffenheit des Ganges der Schmelzung, der zugeſetzten Kohlenmenge und der Richtung der Form. Reines geſchmeidiges Eiſen iſt nach dieſer Theorie ſolches, welches nicht nur keinen Kohlenſtoff enthält, ſondern auch ganz reducirt iſt, oder keinen Sauerſtoff bey ſich führet. Dergleichen trifft man aber nicht an, ſondern es enthält immer etwas Kohlenſtoff, iſt aber um deſto zäher und weicher, je weniger es beſitzt. Roheiſen unterſcheidet ſich vom geſchmeidigen Eiſen nicht nur durch die größere Menge des Kohlenſtoffs, ſondern auch dadurch, daß es noch nicht ganz und durchaus reducirt iſt, ſondern noch Sauerſtoff enthält. Nach der größern oder geringern Quantität des damit vereinigten Kohlenſtoffs, und der geringern oder größern Quantität des Sauerſtoffs iſt das Roheiſen ſchwarz, grau oder weiß von Farbe. Das letztere enthält den wenigſten Kohlenſtoff, und eine größere Menge Sauerſtoff. Durch die Glühehitze verwandelt ſich eben der Sauerſtoff und Kohlenſtoff in kohlengeſäuertes Gas, und macht daher das Gußeiſen zum geſchmeidigen Eiſen. Daher läßt ſich auch erklären, warum das Roheiſen nicht ſo ſtark, als das geſchmeidige Eiſen an der Luft roſtet. Ueberhaupt laſſen ſich nach dieſer Theorie alle Erſcheinungen bey der Verwandlung des Roheiſens in geſchmeidiges Eiſen ungezwungen und leicht erklären.

Außer den mannigfaltigen Abänderungen des reinen Eiſens vom Roheiſen bis zum geſchmeidigen, gibt es noch zwey weſentliche Verſchiedenheiten, nämlich **rothbrüchiges** (ferrum calidum fragile) und **kaltbrüchiges Eiſen** (ferrum frigidum

*) Ueber das Eiſen in ſeinem verſchiedenen metalliſchen Zuſtande, aus den mémoire de l'Acad. roy. des ſc. 1786. S. 20. f. überſ. in Crells chem. Annalen. 1794. B. I. S. 353 f. S. 460 f. S. 509 f.

frigidum fragile). Jenes hat das Eigenthümliche, daß es zwar beym Weißglühen und in der Kälte geſchmiedet und geſtreckt werden kann, beym Rothglühen aber ſpröde iſt; ſonſt iſt ſeine Farbe blaugrau, und im Bruche zeigt es Strenge und lichte Farbe. Es roſtet leicht an der Luft, auch als Gußeiſen, wirft in ſtarker Wellhitze rothe grobe Funken, und nimmt die magnetiſche Kraft am geſchwindeſten an. Das kaltbrüchige Eiſen unterſcheidet ſich dadurch leicht, daß es kalt weder Schläge noch Biegen verträgt, immer gerade und winkelrecht bricht; aber in allen Graden von Hitze von weißwarm bis braunroth wie weiches Eiſen Geſchmeidigkeit zeigt. Sonſt iſt es auf den friſchgefeilten Stellen ſilberweiß von Farbe; ſein Bruch iſt weiß mit glimmernden viereckigen Körnern, die deſto größer ſind, je kaltbrüchiger es iſt. Es hat ein etwas größeres ſpecifiſches Gewicht, als weiches Eiſen; wird an der Luft nicht ſo leicht roſtig, und nimmt die magnetiſche Kraft etwas ſpäter und in etwas geringerem Grade an, als zähes Eiſen. Im offenen Feuer oder im Kohlengeſtiebe ſchmelzt es eher und leichter, als alles Eiſen. **Bergmann** [a]) und **Meyer** [b]) fanden zu gleicher Zeit durchs Auflöſen des kaltbrüchigen Eiſens mit gleich viel ſtarkem Vitriolöle, durchs nachherige Auslaugen mit vielem Waſſer und Durchſeihung dieſer Auflöſung in ſelbiger einen abgeſonderten Niederſchlag, welcher von Farbe weiß war, und eben dieſer weiße Niederſchlag iſt, welcher das Eiſen kaltbrüchig macht, indem man das geſchmeidigſte Eiſen durchs Zuſammenſchmelzen damit kaltbrüchig machen kann. Herr **Meyer** und Herr **Bergmann** hielten dieſe im kaltbrüchigen Eiſen vorgefundene Subſtanz erſt für ein beſonderes Halbmetall; erſterer gab ihr den Nahmen **Waſſereiſen** (hydroſiderum), und dieſer führte es unter der Benennung ſiderum auf. Allein Herr **Meyer** und

a) De cauſa fragilitatis ferri frigidi in ſein. opuſc. phyſ. chem. Vol. III. S. 109. u. de analyſi ferri, ebendaſ. S. 98 f.

b) In den Nachrichten der berlin. Geſellſchaft naturforſch. Freunde. B. II. S. 334. B. III. S. 380.

und mit ihm zu gleicher Zeit Herr **Klaproth** *) entdeckte nachher, daß dieſe Subſtanz kein eigenes Halbmetall, ſondern **phosphorſaures Eiſen** wäre. Es enthält alſo das kaltbrüchige Eiſen phosphorhaltiges Eiſen.

Das reguliniſche Eiſen iſt in allen Säuren auflösbar. Verdünnte Schwefelſäure löſet das Eiſen mit Heftigkeit auf, unter einem ſtarken Aufbrauſen und Erzeugung von Wärme. Bey dieſer Auflöſung entwickelt ſich ſehr viel **brennbares Gas** (m. ſ. **Gas, brennbares**). Die völlig geſättigte friſche, durchgeſeihete klare Auflöſung hat eine grünliche Farbe, und ſchießt nach dem Abrauchen und Abkühlen zu einem durchſichtigen ſchön grünem Salze in rhomboidaliſchen Kryſtallen an, welches der gemeine grüne Vitriol, der **Eiſenvitriol** (vitriolum viride, martis) oder **ſchwefelgeſäuertes Eiſen** (ferrum ſulphuricum, ſulphas ferri, ſulfate de fer) iſt. Es hat dieſer Eiſenvitriol einen ſäuerlich zuſammenziehenden Geſchmack, und wird vorzüglich zur ſchwarzen Dinte und zum Schwarzfärben gebrauchet. Uebrigens ſind die Kryſtalle des Eiſenvitriols an der Luft nicht beſtändig, ſondern zerfallen, beſonders in der Wärme, zu einem weißen Pulver, welches in ſtärkerer Wärme nach und nach gelblich wird.

Die concentrirte Salpeterſäure löſet das Eiſen mit großer Gewalt auf, und zwar mit ſtarkem Aufwallen und vieler Erhitzung, wobey eine ſehr große Menge **Salpetergas** erzeuget wird. Noch ſtärker wird das Eiſen von einer mäßig ſtarken Salpeterſäure angegriffen; anfänglich iſt dabey die Auflöſung grünlich, wird aber bald braun, und läßt vollkommenen Eiſenkalk (Eiſenhalbſäure) fallen. Das friſch zugeſetzte löſet ſie immer wieder auf, und läßt das vorher aufgelöſte als vollkommenen Kalk fallen, bis endlich der größte Antheil der Säure zerſetzt iſt, wobey endlich alles zu einem Breye wird. Der Grund davon rührt von der ſehr großen Verwandtſchaft der Salpeterſäure mit dem Eiſen her. Die Auflö-

*) Von dem Waſſereiſen, als einem mit Phosphorſäure verbundenen Eiſenkalke, in Crells chem. Annal. 1784. B. I. S. 390.

Auflöſung des Eiſens in Salpeterſäure läßt ſich nicht kryſtalliſiren, ſondern ſetzt beym Abrauchen immer mehr Eiſenkalk ab.

Auch die Salzſäure löſet das Eiſen leicht und mit Erhitzung auf, jedoch mit weniger Aufbrauſen, als bey den vorhergehenden Säuren. Dabey entbindet ſich ſehr viel brennbares Gas. Die Auflöſung ſelbſt iſt von Farbe gelb oder bräunlich, und läßt in verſchloſſenen Gefäßen nichts fallen, wenn ſie vorher klar war. An der Luft aber ſetzt ſich etwas Eiſenocher daraus ab. Dieſe Auflöſung läßt ſich nicht auf die gewöhnliche Art kryſtalliſiren, ſondern gibt nach dem Abrauchen bis zur Syrupsdicke und dem Erkalten eine Art von Magma, worin einige nadelförmige Kryſtallen angetroffen werden. Dieſes ſalzgeſäuerte Eiſen (ferrum muriaticum, murias ferri, muriate de fer) löſet der Weingeiſt auf.

Auch die vegetabiliſchen Säuren haben auf das Eiſen eine auflöſende Wirkung. Daher ſind folgende Benennungen entſtanden: **weinſteingeſäuertes Eiſen** (ferrum tartaroſum, tartris ferri, tartrite de fer), der **auflösliche Eiſenweinſtein, Stahlweinſtein** (tartarus chalybeatus), **Ludovicus Eiſentinktur** (tinctura martis Ludouici), die **tartariſirte Eiſentinktur** (tinctura martis tartariſata), **ſauerkleegeſäuertes Eiſen** (ferrum oxalicum, oxalas ferri, oxalate de fer), **eſſiggeſäuertes Eiſen** (ferrum aceticum, acetis ferri, acetide de fer) u. ſ. f.

Die trockene Kohlenſäure greift in ihrem elaſtiſchen Zuſtande das Eiſen nicht an, hingegen kohlenſaures Waſſer löſet das reguliniſche Eiſen völlig auf. Man erhält dieſe Auflöſung wenn man polirten Stahl oder Eiſenfeile in eine mit kohlenſaurem Waſſer gefüllte und wohl verwahrte Flaſche hängt. Die Auflöſung iſt völlig klar und farbenlos, und hat einen zuſammenziehenden Geſchmack. Das mit Kohlenſäure geſättigte Waſſer kann nach **Bergmann** ungefähr $\frac{1}{10500}$ ſeines Gewichtes vom Eiſen auflöſen. Dieſe Auflöſung iſt alsdann den **natürlichen kohlenſauern Stahlwaſſern** oder **Stahlbrunnen** ähnlich.

Unter allen Metallen hat das Eiſen die größte Verwandtſchaft mit dem Schwefel; daher läßt ſich das Eiſen zur Scheidung des Schwefels von andern Metallen ſehr gut gebrauchen. Selbſt wird die Schmelzbarkeit des Eiſens durch den Schwefel vermehrt. Wenn nämlich ein Stab Eiſen bis zum Weißglühen erhitzt wird, und man bringt eine Stange Schwefel an ſein Ende, ſo fließt es ſogleich in brennende Tropfen. Werden dieſe Tropfen im Waſſer aufgefangen, ſo bemerkt man, daß ſie theils aus reinem Schwefel, theils aus Eiſen mit Schwefel vermiſcht d. i. aus einem künſtlichen Schwefelkieſe beſtehen. Sogar auf dem naſſen Wege wird das Eiſen vom Schwefel aufgelöſet. Wenn man einen Teig aus Eiſenfeile und gleich viel Schwefel mit Waſſer zuſammenknetet, ſo ſchwillt dieſer noch einiger Zeit auf, bekommt Riſſe, erhitzt ſich, dampft und geräth zuletzt in eine Flamme. Es ereignet ſich hierbey eben das, was bey dem Verwittern und der Entzündung der Schwefelkieſe erfolget, und woraus die Entſtehung der unterirdiſchen Feuer ſich ſo leicht erklären laſſen.

Das Eiſen verbindet ſich mit allen Metallen, außer mit dem Queckſilber und Bley, mit welchen ſich es ſchwer vereinigen läßt.

Das Eiſen wird ſelten gediegen gefunden. Doch haben verſchiedene gediegenes Eiſen in nicht geringer Maſſe entdeckt, welche beſonderer Umſtände wegen angeführet zu werden verdienen. So fand **Pallas** *) in Sibirien zwiſchen Kraſnojarſk und Abakanſk im hohen Schiefergebirge ganz oben auf dem Rücken am Tage eine Eiſenmaſſe, welche an die 1600 Pfund wog. Sie hatte die etwas eingedrückte Geſtalt eines rauhen unregelmäßigen Pflaſterſteines, war äußerlich mit einer eiſenſteinartigen Rinde umgeben, und beſtand im Innern aus einem geſchmeidigen rothbrüchigen, wie ein grober Seeſchwamm löcherigen Eiſen, deſſen Zwiſchenräume mit einem ſpröden, harten bernſteingelben Glas ausgefüllt waren.

Textur

*) Reiſe durch verſchiedene Provinzen des ruſſiſchen Reichs. Th. III. v. J. 1772 u. 1773. Petersburg 1776. 4. S. 411.

Textur und Glas zeigten ſich durch die ganze Maſſe einförmig, ohne Schlacken und künſtliches Feuer wahrzunehmen.

Don Rubin de Celis [α]) entdeckte im ſüdlichen Amerika in der Provinz Chaco bey Otumpa in einer Gegend, wo 100 Meilen umher weder Eiſenbrüche noch Berge und Steine anzutreffen ſind, eine aus dem kreideartigen Boden hervorragende Maſſe vom reinſten Eiſen, das ungefähr 300 Centner ſchwer war. Die äußere Oberfläche hatte eine große Dichtigkeit, und beſaß oben viele Eindrücke, das Innere war voll von Höhlungen, und unterwärts bemerkte man eine 4 bis 6 Zoll dicke Rinde von Eiſenocher.

Auch ließ der ſächſiſche Leibmedikus **Löber** [β]) zu Aken im Magdeburgiſchen unter dem Stadtpflaſter eine Eiſenmaſſe von 15 bis 17000 Pfund ausgraben, wovon einige abgeſchlagene Stücke geſchmiedet ſich wie der beſte engliſche Stahl härten und poliren ließen. Sie war mit einer ½ bis 1 Zoll dicken Rinde umgeben.

Auch hat der Herr Faktor **Nauwerk** [γ]) in Frankreich und Deutſchland an verſchiedenen Orten, beſonders auf einzelnen Bergen, geſchmolzene Eiſenſtücke mit verſchiedenen Steinarten und Schlacken gefunden.

Herr **Chladni** [δ]) hat einen Verſuch gemacht, zu zeigen, 1. daß dieſe Eiſenmaſſen auf keinem naſſen Wege entſtanden ſeyn, weil ſich aus ihrer äußern Geſtalt ſchließen laſſe, daß ſie vielmehr ein Produkt der Wirkung des Feuers verriethen, einen Theil verglaſete Materie in den Zwiſchenräumen enthielten, und der Lage nach ohne Verbindung mit dem Saalbande eines Flötz- oder Ganggeſteins vorkämen; 2. daß ſie nicht durch Kunſt geſchmolzen worden, welche bey der ſibiriſchen Maſſe aus Localumſtänden und aus der Durchſichtigkeit

 der

α) Philoſoph. transact. Vol. LXXVIII, P. I. p. 57. im Gothaiſchen Magazin für das Neueſte a. d. Phyſ. und Naturg. B. VI. S. 60 u. f. Grens Journ. der Phyſ. B. I. S. 68.

β) Wittenberg. Wochenblatt von 1773. 36ſtes Stück.

γ) Crells Beyträge zu den chemiſchen Annalen. B. I. St. 2. S. 86.

δ) Ueber den Urſprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlichen Eiſenmaſſen ꝛc. Leipzig 1794. gr. 4.

der beygemiſchten Schlacke, bey allen aber überhaupt aus ihrer Strengflüſſigkeit und Geſchmeidigkeit erhelle, welche auf eine Schmelzung zeige, welche durch ſtärkeres Feuer, vielleicht durch Elektricität, von der Natur ſelbſt bewirket werde; 3. daß ſie nicht durch den Brand eines Waldes oder Steinkohlenflötzes geſchmolzen worden, welches außer den eben angeführten Gründen auch durch die Concentrirung der Maſſen in einen ſo kleinen Raum und in ein einziges Stück widerleget werde; 4. daß ſie nicht vulkaniſchen Urſprungs ſeyn, wogegen die Durchſichtigkeit der verglaſeten Materie, der Mangel der Vulkane und der vulkaniſchen Produkte an dieſen Stellen, der Mangel ähnlicher vulkaniſchen Produkte u. ſ. f. angeführet wird; 5. daß ſie nicht durch einen Blitz geſchmolzen worden, denn ob man gleich deutlich ſehe, daß es durch kein gewöhnliches Feuer ſondern höchſt wahrſcheinlich durch Beyhülfe der Elektricität geſchehen ſeyn müſſe, ſo wäre ein Blitz doch nicht im Stande, ſolche große Maſſen in Fluß zu bringen, ſondern ſchmelze die Metalle höchſtens nur an den Kanten.

Nach Herrn **Chladni** ſind alle dieſe große Eiſenmaſſen aus dem Weltraume herabgefallen, und als Feuerkugeln auf die Erde gekommen. Er ſucht dieſer Meinung durch die darüber vorhandenen Nachrichten und durch die Localumſtände, unter welchen die beſchriebenen ſind gefunden worden, Eingang zu verſchaffen. Man finde nämlich am Eiſen alle die Dichtigkeit, Zähigkeit und Schwere, welche die Materie der Feuerkugeln beſitzen müſſe, die Eigenſchaft mit einem ſolchen Lichte, Flamme, Rauch und ausgeworfenenen Funken zu brennen; die ſchwammige Textur zeuge von der Ausdehnung durch elaſtiſche Flüſſigkeiten, und die kugelförmigen Eindrücke der äußern Rinde von Blaſen, welche beym Erkalten eingeſunken ſeyn. Auch die Beymiſchung von Schwefel komme mit den Erſcheinungen der Feuerkugeln überein; auch gebe die Beſchaffenheit der Maſſen eine Schmelzung durch ſtärkeres Feuer als das gewöhnliche zu erkennen, wobey die Mitwirkung einer ſehr ſtarken Elektricität unverkennbar

bar ſey; da aber dieß durch den Bliß unmöglich habe geſchehen können, ſo bleibe keine andere Erklärung übrig, als die Entſtehung durch Feuerkugeln. Die glaubwürdigen Nachrichten, welche man von den herniedergekommenen Maſſen habe, kämen ſo wohl unter ſich, als auch mit der Erklärung durch Feuerkugeln, nicht aber mit den Erſcheinungen des Blißes überein. Endlich habe man die Maſſen an Orten und zwar nicht ein Mahl in der Tiefe gefunden, wo ſonſt kein Eiſen anzutreffen wäre.

Alle dieſe Gründe aber, welche Herr **Chladni** über die Entſtehung der vorgefundenen Eiſenmaſſen aufgeführet hat, dünkt mir, ſind bey weitem nicht hinreichend, dieſe ſo auffallende Erſcheinung nur wahrſcheinlich zu machen. Denn wenn nach der Idee des Herrn **Chladni** die in der Luft fliegenden Feuerkugeln eine mit dem Laufe der Erde gleiche Geſchwindigkeit beſäßen, und mit dieſer gegen den Erdboden ſtießen, wie ungeheuer groß müßte nicht das Moment der bewegenden Kraft einer von 300 Centn. ſchweren Maſſe ſeyn? Offenbar müßte eine ſolche Maſſe Wirkungen auf der Erde hervorbringen, die nicht geringe wären. Sie würde vermögend ſeyn, nicht allein in die härteſten Felſen tief einzudringen, ſondern auch Zertrümmerungen anrichten, welche unverkennbare Spuren ſolcher wichtigen Begebenheiten zurücklaſſen würden. Da nach den angegebenen Nachrichten des Herrn **Chladni** ein in der agramer Geſpannſchaft herabgefallenes Stück von 71 Pfunden 3 Klafter tief mit ellenbreiter Spaltung in den Fußboden gedrungen ſeyn ſoll, wie iſt es möglich ſich zu gedenken, daß eine Eiſenmaſſe von 300 Centn. in kreideartigem Boden ſo ſanft auf die Oberfläche ſich habe legen können? So etwas zu behaupten, iſt ganz den Gründen der Mechanik entgegen.

Häufig findet man das Eiſen verkalkt und vererzt. Verkalkt findet man es häufig im **Eiſenglanz**, **Brauneiſenſtein**, **Rotheiſenſtein**, **thonartigen Eiſenſtein**, **magnetiſchen Eiſenſtein**; vererzt aber im **Schwefelkies**, **magnetiſchen Kies**, **Leberkies**, **Raſeneiſenſtein**,

Blau.

Blaueiſenerde, Grüneiſenerde, Eiſenvitriol, Atramentſtein.

M. ſ. **Gren** ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie. Th. III. Halle 1795. 8. §. 29. 28 u. ſ. **Girtanner** Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie. Berlin 1795. 8. S. 294 u. ſ.

Eispunkt, Froſtpunkt, Gefrierpunkt (punctum ſ. terminus congelationis, terme de la congélation de l'eau) iſt derjenige beſtändige Punkt, welcher auf der Thermometerſkale die Temperatur des gefrierenden Waſſers oder des thauenden Eiſes angibt. M. ſ. **Thermometer.**

Eispunkt künſtlicher (punctum ſ. terminus congelationis artificialis, terme de la congélation artificielle) iſt derjenige Punkt der **fahrenheitſchen** Thermometerſkale, welcher mit Null bezeichnet iſt, und der die Temperatur der Miſchung mit Schnee und Salmiak anzeigt.

Eklipſen ſ. **Finſterniſſe.**

Ekliptik, Sonnenbahn (ecliptica, orbita ſolis annua, circulus ſignifer, écliptique) iſt ein größter Kreis auf der Himmelskugel, in welchem der Mittelpunkt der Sonne in einem Jahre von Abend gegen Morgen ſich zu bewegen ſcheinet. Dieſer Kreis hat ſeinen Nahmen von eclipſis (Finſterniß) erhalten, weil die Sonnen- und Mondfinſterniſſe nur in ſeiner Nachbarſchaft ſich ereignen. In der fig. 118. ſtelle fi die Ekliptik vor, und ab ſey der Aequator, r der Nordpol, ſ der Südpol, rſ die Weltaxe und de der Horizont.

Wenn irgend ein Beobachter auf einer Stelle der Erde eine Zeitlang Beobachtungen am geſtirnten Himmel anſtellet, ſo werden ihn ſelbige gar bald lehren, daß alle Geſtirne, ſelbſt die Sonne und der Mond nicht ausgenommen, ſich von Morgen gegen Abend täglich hinzubewegen ſcheinen; und daß alle die Bahnen, welche ſie durchzulaufen ſcheinen, Kreiſe ſind, die unter ſich parallel ſind, und wovon der größte Kreis der Aequator iſt. Bey den meiſten Geſtirnen bleibt die Lage derſelben gegen einander beſtändig einerley, und ſie durchlau-

ſen

ſen folglich ein und den nämlichen Kreis, der auch **Tagekreis** genannt wird. Weil nun alle dieſe Geſtirne an der einen Seite des Horizontes, an der Morgenſeite, aufzuſteigen, und an der andern entgegengeſetzten Seite, der Abendſeite, unter dem Horizonte zu verſchwinden ſcheinen, ſo müſſen ſie nothwendig in ihren Bahnen zwiſchen der Morgen- und Abendſeite eine Stelle erreichet haben, wo ſie am höchſten über dem Horizonte ſich befinden, oder wo ſie die größte Höhe haben. Eben dieß wird man auch an der Sonne wahrnehmen, nur mit dem Unterſchiede, daß ihre größte Höhe über dem Horizonte nicht, wie bey den Fixſternen, zu allen Zeiten gleich iſt. Man wird vielmehr finden, daß ungefähr am 20. März die Sonne im Aequator ſich befindet, und folglich ihre größte Höhe der Aequatorhöhe gleich iſt; nachher wächſt dieſe Höhe, welche auch die Mittagshöhe genannt wird, beſtändig fort, bis etwa zum 21. Juni; nimmt hierauf vom 21. Juni bis zum 22. September um eben ſo viel wieder ab, wo alſo ihre Mittagshöhe wieder der Aequatorhöhe gleich iſt. Nach dem 22. September wird ihre Mittagshöhe noch kleiner als die Aequatorhöhe, und nimmt bis zum 21. December noch weiter ab; hiernächſt wächſt ſie wieder um eben ſo viel bis zum 20. März. Beobachtet man zugleich etliche Monathe lang die Fixſterne, ſo bemerket man in den folgenden Abenden, daß diejenigen Fixſterne, welche einige Abende vorher an der Weſtſeite glänzten, zu eben der Zeit weiter hinunter ſich zeigen, und endlich nach Verlauf einiger Zeit ganz unſichtbar werden. Dagegen bemerkt man an der Oſtſeite um eben dieſe Zeit neue Fixſterne, welche vorher unſichtbar waren. Nach Verlauf von einem Monathe werden die nämlichen Fixſterne etwa um 2 Stunden früher an eben der Stelle des Himmels erſcheinen. Endlich werden nach einem Jahre eben dieſelben Fixſterne mit der Sonne untergehen, und auf der Oſtſeite die nämlichen Fixſterne aufgehen. Demnach ſcheinet es, daß ſich die Sonne binnen Jahresfriſt von Weſten gegen Oſten durch die Fixſterne hindurch um den ganzen Himmel bewege, und eben dieſe ſcheinbare Bahn der Sonne, welche

ſie außer der allen Sternen gemeinſchaftlichen täglichen Bewegung von Morgen gegen Abend durchläuft, heißt eben die **Ekliptik.**

Weil alle größte Kreiſe auf der Himmelskugel Pole beſitzen, ſo muß dergleichen auch die Ekliptik haben, und dieſe beſchreiben, bey dem ſcheinbaren täglichen Umlauf der Himmelskugel, Kreiſe, welche **Polarkreiſe** genannt werden.

Wenn durch die Axe rſ des Aequators und durch die Axe pq der Ekliptik eine Ebene geleget wird, ſo gibt dieſe auf der Himmelskugel einen größten Kreis, welcher nicht nur auf dem Aequator ſondern auch auf der Ekliptik ſenkrecht iſt. In dieſem Kreiſe befindet ſich die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn am längſten und kürzeſten Tage, dieſerwegen er auch den Nahmen **Colur der Sonnenſtände** erhalten hat. Die Ebene dieſes Colurs iſt zugleich die Neigungsebene der Ekliptik gegen den Aequator. Der Bogen fa des Colurs zwiſchen der Ekliptik und dem Aequator iſt das Maß des Neigungswinkels, unter welchem die Ekliptik den Aequator ſchneidet; man nennt ihn auch die **Schiefe der Ekliptik.** M. ſ. **Schiefe der Ekliptik.**

Wenn die Axe der Ekliptik in der Ebene des Meridians liegt, ſo fällt der Colur der Sonnenſtände mit dem Mittagskreiſe zuſammen, und die Durchſchnittspunkte der Ekliptik mit dem Aequator liegen in dem Horizonte. Die beyden Punkte f und i der Ekliptik, als die Durchſchnittspunkte derſelben, mit dem Colur der Sonnenſtände heißen die **Solſtitialpunkte** oder **Sonnenſtandspunkte.** Dieſe beyden Punkte beſchreiben Tagekreiſe, welche **Wendekreiſe** genannt werden, weil von dieſen Punkten an die Sonne am längſten und kürzeſten Tage ſich gleichſam wieder zurückwendet, und in ihrer Bahn ſich dem Aequator wieder zu nähern anfängt. Hingegen heißen die beyden Durchſchnittspunkte des Aequators mit der Ekliptik die **Equinoktial-** oder **Nachtgleichungspunkte,** weil zu dieſen Zeiten Tag und Nacht gleich iſt. Von dieſen letztern Punkten wird einer der **Frühlingspunkt,** und der andere der **Herbſtpunkt** genannt; Frühlings-

lingspunkt deßwegen, weil die Sonne aus der ſüdlichen Halbkugel durch ſelbigen in die nördliche hinaufſteiget, und Herbſtpunkt deßwegen, weil die Sonne aus der nördlichen Halbkugel in die ſüdliche übergehet. Die Solſtitialpunkte ſind von dem Aequinoktialpunkte um einen Quadranten entfernet. Theilt man nun einen jeden ſolchen Quadranten in drey gleiche Bogen, folglich den ganzen Kreis der Ekliptik in 12 ſolche Bogen, deren jeder 30 Grade hält, ſo nennt man dieſe die **Zeichen der Ekliptik**, welche vom Frühlingspunkte an gerechnet, und gegen Morgen fortgezählet werden. Da der Mond und die übrigen Planeten ſich beſtändig an die Ekliptik halten, und ſich nie weit davon entfernen, ſo hat man ſchon in dem Alterthume den Streifen der Himmelskugelfläche, welcher in die Nähe der Ekliptik fällt, als die merkwürdigſte Gegend des Himmels betrachtet, (M. ſ. **Thierkreis**) und ihn wie die Ekliptik von dem Frühlingspunkte an morgenwärts in 12 Theile getheilet, welche **himmliſche Zeichen** genannt werden. Es ſind dieſe Zeichen gewiſſe Sternbilder, welche ungefähr 30 Grade von einander abſtehen, und durch welche die Ekliptik hindurch gehet. In dieſen Zeichen halten ſich nun auch der Mond und die Planeten auf. Ihre Nahmen und Bezeichnungen ſind folgende:

♈ **Widder**, 20. März	♎ **Waage**, 23. Sept.
♉ **Stier**, 20. April	♏ **Scorpion**, 23. Oct.
♊ **Zwilling**, 21. May	♐ **Schütz**, 22. Nov.
♋ **Krebs**, 21. Juni	♑ **Steinbock**, 21. Dec.
♌ **Löwe**, 22. Juli	♒ **Waſſermann**, 19. Jan.
♍ **Jungfrau**, 23. Auguſt	♓ **Fiſche**, 18. Februar.

Die beygefügte Zeit zeigt, in welchem Monathstage die Sonne in ihrer ſcheinbaren Bahn in den Anfang eines jeden Zeichens tritt.

Ueberhaupt werden die Grade, Minuten u. ſ. welche auf der Ekliptik gerechnet werden, alle Mahl vom Anfangspunkte des Widders d. i. vom Frühlingspunkte an gerechnet, und morgenwärts fortgezählet. Ein Bogen z. B. der Ekliptik vom Frühlingspunkte an, von 36° 14′ 12″ Länge,

heißt

heißt 1ˢ (d. i. ein Zeichen) 6° 14′ 12″, oder ſein Ende fällt in 6° 14′ 12″ des Stiers. Auf dieſe Weiſe werden die **Längen** der Geſtirne angegeben; m. ſ. **Länge der Geſtirne.**

Wenn aus dem Pole der Ekliptik auf ſelbige ein Bogen eines größten Kreiſes herabgelaſſen wird, folglich einem Quadranten gleich iſt und auf der Ekliptik ſenkrecht ſteht, ſo wird durch ſelbigen die **Breite** eines Geſtirnes beſtimmt, wenn er nämlich durch das Geſtirn hindurch gehet. M. ſ. **Breite der Geſtirne.**

Alle Planetenbahnen durchſchneiden die Ekliptik in zweyen entgegengeſetzten Punkten, welche die **Knoten** heißen (m. ſ. **Knoten**), in welchen folglich die Planeten keine Breite haben.

Wenn ſich die Himmelskugel um die Weltaxe drehet, ſo ſchneidet die Ekliptik den Horizont beſtändig in andern Punkten, auch ändert ſich der Winkel, unter welchem die Ekliptik den Horizont ſchneidet. Liegt nämlich der Durchſchnittspunkt o der Ekliptik mit dem Horizonte im wahren Oſt, ſo haben beyde Solſtitialpunkte f und i ihre Stellen im Meridian. So bald ſich nun die Himmelskugel um die Weltaxe drehet, ſo rückt der Punkt o gegen g zu, und fällt wirklich in g, wenn der Solſtitialpunkt i den Horizont ſchneidet, hiernächſt rückt er wieder gegen o, und fällt in o, wenn der halbe Umlauf der Himmelskugel zu Ende iſt. Darauf geht der Durchſchnittspunkt der Ekliptik mit dem Horizonte nach v, und kommt in v, wenn der Solſtitialpunkt f daſelbſt anlangt, geht alsdann aufs neue nach o zurück.

In der theoriſchen Aſtronomie wird erwieſen, daß die Bewegung der Sonne nur ſcheinbar iſt, und daß die Ekliptik eigentlich die wahre Erdbahn ſey, welche als eine Ellipſe betrachtet werden muß, in deren einen Brennpunkt die Sonne liegt. Indeſſen kann man ſich doch immer vorſtellen, als wenn die Erde ruhet, und die Sonne ihre Bewegung in der Ekliptik fortſetzet, und ſo um die Erde ihren Umlauf macht, weil

weil vollkommen eben das erfolgen muß, was wirklich erfolget, wenn ſich die Erde um die Sonne beweget.

Elaſticität, Springkraft, Federkraft (elaſticitas, elater, contentio, palintonia, élaſticité, reſſort) iſt diejenige Eigenſchaft der Körper, vermöge welcher ſie ihre durch eine andere bewegende Kraft veränderte Größe oder Geſtalt bey Nachlaſſung derſelben wieder annehmen. Wenn z. B. in einer Blaſe eine Maſſe Luft eingeſperrt iſt, und es wird ſelbige zuſammengedruckt, ſo wird ſich die Luft nach nachgelaſſener druckender Kraft wieder in den vorigen Raum begeben, und die Blaſe eben ſo wie vor dem Drucke ausfüllen. Die Elaſticität iſt entweder **attraktive** oder **expanſive Elaſticität**; jene, um nach der Ausdehnung ihrer Theile den vorigen kleinern, dieſe aber, um nach der Zuſammendrückung den vorigen größern Umfang wieder einzunehmen.

Wenn die Theile eines elaſtiſchen Körpers ausgedehnet ſind, ſo werden ſie ſich nach Nachlaſſung der auf ſie wirkenden Kraft vermöge ihres Zuſammenhanges beſtreben, ihr voriges kleinere Volumen wieder einzunehmen, und es findet hier eine attraktive Elaſticität Statt. In dieſer Bedeutung kann auch ſelbſt eine flüſſige Materie attraktive Elaſticität beſitzen. Wenn hingegen in einem auf der einen Seite verſchloſſenen Cylinder Luft ſich befindet, und es wird ſelbige an der andern Seite des Cylinders durch einen genau darein paſſenden Stämpel zuſammengedruckt, ſo wird man einen Gegendruck fühlen, welcher immer ſtärker wird, je mehr die Luft zuſammengedruckt wird. So bald aber die äußere druckende Kraft nachläßt, ſo dehnt ſich auch die innere Luft wieder aus, und nimmt ihr voriges Volumen wieder ein, wenn die äußere Kraft ganz auf ſie zu wirken aufgehöret hat. Man ſieht alſo daraus gar wohl ein, daß man beyde Arten von Elaſticitäten genau von einander unterſcheiden muß, weil ſie in Anſehung ihrer Wirkung verſchieden ſind, indem die eine der andern gerade entgegengeſetzet iſt. Verſchiedene Wirkungen erfordern aber verſchiedene Kräfte, und daher ſelbſt verſchiedene Geſetze; es müſſen alſo attraktive und expanſive Elaſticitäten ganz ver-

 ſchiede-

ſchiedenen Geſetzen folgen, und ganz verſchiedene Kräfte ſeyn. Ich werde mich nachher bemühen, die Urſachen von beyden Arten der Elaſticitäten ſo wohl nach dem atomiſtiſchen als auch dynamiſchen Syſteme anzugeben, wenn ich vorher noch einige Erſcheinungen werde vorausgeſchickt haben.

Mit ganz völligem Unrechte halten einige dafür, daß attraktive Elaſticität allein bey feſten, expanſive hingegen nur bey flüſſigen Körpern Statt finde. Denn es kann die Elaſticität einer flüſſigen Materie ebenfalls attraktiv ſeyn. Wenn z. B. ein ſtählerner Degen gebogen wird, ſo ziehen ſich die Theile auf der convexen Seite aus einander, und beſtreben ſich nach äußerer nachlaſſender Kraft vermöge ihres Zuſammenhanges die vorige Nahheit wieder anzunehmen; folglich iſt hier attraktive Elaſticität. Eben ſo findet eine attraktive Elaſticität bey flüſſigen Materien Statt, innere Theile eilen, ihr voriges kleineres Volumen wieder einzunehmen, wenn ihnen der Grad der Wärme, welche ihre Theile ausgedehnet hatte, benommen wird. Man wende hierbey gar nicht ein, daß keine äußere Kraft die flüſſigen Theile ausdehne, und ſie gleichſam von einander ziehe, indem ja hier die Wärme eben ſo gut wie eine äußere Kraft wirkt. Ueberhaupt iſt jederzeit in allen den Fällen, wo ſich die geſpannten Theile in die vorige Figur wieder verſetzen, die Elaſticität attraktiv, ob ſie gleich mannigmahl expanſiv zu ſeyn ſcheinet. Wenn z. B. eine elfenbeinerne Kugel an eine mit Fett beſtrichene polirte Steinplatte fallen gelaſſen wird, ſo ſchnellt ſie ſich zurück, druckt aber auf dem Fette einen ſichtbaren Fleck ein, und beweiſet dadurch eine wahre Zuſammendrückung. Es ſcheinet alſo, als wenn die an dieſer Stelle eingedruckten Theile der Kugel vermöge der expanſiven Elaſticität wieder in ihre vorige Geſtalt zurückgebracht würden. Allein offenbar müſſen die eingedruckten Theile am Rande geſpannt werden, welche ſich, da der Druck nachließ, wieder in ihr voriges kleineres Volumen zuſammenziehen und dadurch die eingedruckten Theile erheben; folglich iſt hier wirklich die Elaſticität attraktiv. Bey der attraktiven Elaſticität iſt es aus der Art und Weiſe, wie

wie ſie ſich zeiget, offenbar, daß die Theile der Materien in einem gewiſſen Grade dehnbar ſeyn müſſen, weil ſonſt ihr Zuſammenhang ganz aufgehoben werden müßte. Es iſt daher unläugbar, daß auch flüſſige Materien einer gewiſſen Ausdehnung fähig ſind. Feſte elaſtiſche Körper werden oft auch **federhart** genannt, welcher Ausdruck bey flüſſigen nie gebrauchet wird. Daher will Herr **Gren** *) überhaupt das Wort **Federkraft** oder **Springkraft**, noch beſſer Contraktilität, ganz allein bey den feſten Körpern, hingegen **Elaſticität** bloß bey den flüſſigen Materien gelten laſſen. Allein aus dem eben Angeführten erhellet, daß auch bey flüſſigen Materien attraktive Elaſticität, mithin Contraktilität, Statt findet; ja es kann auch feſte Materie expanſive Elaſticität beſitzen. Es würde daher nur die wiſſenſchaftlichen Unterſuchungen ohne Nothwendigkeit einſchränken, wenn man das Wort Federkraft allein bey feſten, und Elaſticität allein bey flüſſigen Materien gebrauchen wollte.

Man theilet auch wohl die Körper ein in **vollkommen elaſtiſche** und in **unvollkommen elaſtiſche Körper.** Jene würden diejenigen heißen, welche ihre vorige Räume nach Nachlaſſung der auf ſie wirkenden Kräfte vollkommen genau wieder einnähmen, dieſe aber, welche ſich nicht in den vorigen ganzen Raum wieder ausbreiten. Allein die folgende Unterſuchung wird ergeben, daß es gar keinen vollkommen elaſtiſchen Körper geben könne. Indeſſen iſt es doch mit allem Rechte erlaubet, die Geſetze für vollkommen elaſtiſche Körper aufzuſuchen, und dieſe ſelbſt auf ſolche Körper anzuwenden, welche in einem hohen Grade Elaſticität beſitzen, um deſto beſſer ihre geringen Abweichungen dadurch zu erkennen. Aus eben dem Grunde iſt man auch berechtiget, von unelaſtiſchen Körpern zu reden, ob ſie gleich Elaſticität aber einen ſehr geringen Grad derſelben beſitzen.

Eigentlich iſt alle Materie elaſtiſch; eine jede Materie hat ihren eigenen beſtimmten Grad von Elaſticität, welcher aber verſchieden iſt von dem Grade der Elaſticität einer anderen

*) Grundriß der Naturlehre. Dritte Aufl. Halle, 1797. 8. §. 126.

von jener ſpecifiſch verſchiedenen Materie. Und wenn man einen Unterſchied unter unelaſtiſchen und elaſtiſchen flüſſigen Materien, wie z. B. Waſſer und Luft, macht, ſo muß dieß nur ſo verſtanden werden, daß die leztern einen ohne alle Vergleichung höhern Grad der Elaſticität beſitzen.

Weil bey feſten Körpern die Theile ſich an einander reiben, ſo ſieht man hieraus ein, daß es bey ſelbigen keine vollkommen attraktive Elaſticität geben könne; denn ſo bald die Theile dieſer Körper ſich wieder in ihren vorigen Raum herzuſtellen ſtreben, ſo wird nothwendig ein Theil der wiederherſtellenden Kraft auf das Reiben der feſten Theile an einander verwendet werden müſſen, welcher ganz verloren gehet. Dieß iſt auch wohl die Urſache, warum geſpannte Saiten ihre erhaltene Schwingungen nur auf eine gewiſſe Zeit fortſetzen, und ſodann wieder in Ruhe kommen. Der Widerſtand der Luft kann die alleinige Urſache nicht ſeyn, weil auch im luftleeren Raume dieſe Schwingungen nur eine Zeitlang dauern. Merſenne *) ſpannte eine von 12 Darmhäutchen verfertigte Saite mit 8 Pfund Gewicht, und eine Metallſaite von ¼ Linie Dicke mit 6⅝ Pfund, und fand, daß beyde Einen Einklang gaben, die Darmſaite aber 40 Sekunden und die Metallſaite 64 Sekunden lang zitterte. Daraus ſchließt er, daß ſich die Theile des Metalls bey Veränderung der Geſtalt weniger an einander reiben, als die Theile der Darmhäutchen. Es iſt hieraus auch begreiflich, daß die attraktive Elaſticität bey lange erhaltender Dehnung der Theile ſchwächer wird.

Auch lehret die Erfahrung Mittel, die attraktive Elaſticität zu verſtärken. So werden z. B. durch Zuſammenſchmelzungen verſchiedener Metalle Miſchungen erhalten, welche oftmahls einen ſehr hohen Grad der attraktiven Elaſticität beſitzen. Auch durchs Hämmern der Metalle wird die attraktive Elaſticität verſtärkt, und die merkwürdigſte Verſtärkung derſelben geſchiehet durchs Härten des Stahls. Durchs ſchnelle Abkühlen des Glaſes erhalten auch die ſo genannten

*) Harmon. Lib. III. propoſ. 13.

nannten Glastropfen und bologneſer Flaſchen eine größere Elaſticität.

Ueber die Urſache der Elaſticität hat man verſchiedene Meinungen gehabt, dabey aber nie die beyden Arten der Elaſticität, nämlich attraktive und expanſive, gehörig von einander unterſchieden. Man glaubte vielmehr, daß es nur eine Elaſticität gäbe, und daß ſie folglich auch nur aus einer einzigen Urſache hergeleitet werden könne. In den neuern Zeiten aber hat man aus ſorgfältiger Betrachtung der Phänomene, die man bey elaſtiſchen Körpern wahrnehmen kann, gefunden, daß die attraktive und expanſive Elaſticität weſentlich von einander verſchieden ſind, indem ſie in Anſehung ihrer Wirkung einander gerade entgegengeſetzet ſind. Der Grund der Elaſticität nach der atomiſtiſchen Lehre wird beſtändig ein unerforſchliches Geheimniß bleiben. Nach dieſer Lehre hat man folgende Hypotheſen über die Urſache der Elaſticität aufgeſtellet.

Anfänglich hielt man dafür, daß die Luft ſich in die Zwiſchenräume der Körper begebe, und die materiellen Theile der Körper in einer gewiſſen Entfernung von einander halte; der äußere Druck der Luft aber auf die Körper ſey mit dem innern Gegendruck im Gleichgewichte. Wenn nun der feſte Körper ausgedehnet würde, ſo würde dadurch das Gleichgewicht aufgehoben; nach Nachlaſſung der äußern ausdehnenden Kraft hingegen ſuchte ſich alles wieder in Gleichgewichtszuſtand zu verſetzen, und der ſtärkere äußere Druck brächte dadurch die ausgedehnten Theile wieder in ihr voriges Volumen zurück. Allein nachdem die Luftpumpen erfunden waren, ſo wurde dieſe Meinung ſogleich wiederleget, indem die Elaſticität im luftleeren Raume noch eben ſo gut wie in freyer Luft Statt findet.

Carteſius *) braucht zwar das Wort Elaſticität nicht, führt aber doch an verſchiedenen Stellen die Federkraft der feſten Körper und der Luft an, und leitet beyde aus verſchiedenen Gründen her. Bey den elaſtiſchen feſten Körpern, von

*) Princip. philoſoph. P. IV. propoſ. 47. 132.

von welchen er bey Gelegenheit des Glaſes handelt, erkläret er die Elaſticität aus der Bewegung der feinen Materie durch ihre Zwiſchenräume. Nach ihm ſind nämlich dieſe Zwiſchenräume durch dieſe feine Materie gebildet, welche den Körpern eine Geſtalt gegeben haben, die ihr den Durchgang verſtatten; durch das Beugen der feſten Körper wird aber die Geſtalt verändert, und daher ſtößt die feine Materie gegen die Seitenwände der Gänge, und beſtrebt ſich, die vorige Geſtalt wieder herzuſtellen. Blieben nun die Theile der Körper eine Zeit lang geſpannt, ſo würden die Theilchen der feinen Materie die Gänge ſo ausſchleifen, daß ſie ungehindert durchgehen könnte, und nicht mehr an die Seitenwände anſtieße, woher die Elaſticität aufhörte. Bey der Luft hingegen ſucht er das Vermögen derſelben, ſich auszubreiten, von der innern Bewegung der Theile, welche nach ihm überhaupt bey allen flüſſigen Materien Statt findet, herzuleiten. Wenn nämlich die Luft zuſammengedruckt wäre, ſo behalte ein jedes Lufttheilchen den kleinen ſphäriſchen Raum, in welchem es ſich beweget, nicht frey, ſondern werde von den angrenzenden Lufttheilchen geſtoßen und aus ſeiner Stelle getrieben; dieſe Stöße der Lufttheilchen an einander ſuchten alſo die ganze Luftmaſſe wieder auszudehnen, um jedem Lufttheilchen ſeine eigene freye Bewegung wieder zu geben.

Noch andere Phyſiker nahmen mit **Cartes** an, daß die Elaſticität durch eine die Körper durchſtrömende feine flüſſige Materie bewirket würde, nur waren ſie in Anſehung dieſer flüſſigen Materie nicht einerley Meinung. Einige hielten ſie für den Aether, andere für das Elementarfeuer u. ſ., welchen ſie nach ihren Gefallen Eigenſchaften und Bewegungen zuſchrieben, von welchen ſie keine Erfahrung hatten, ſondern aus der Erklärung verſchiedener Phänomene annahmen.

Muſſchenbroek *) ſetzt allen Erklärungen der Elaſticität durchs Durchſtrömen einer flüſſigen Materie entgegen, daß eine ſolche Materie doch nur nach einerley Richtung durchſtrömen werde. Würde nun ein Körper ſo gebogen, daß die

*) Introductio ad philoſoph. natural. T. I. §. 767.

die Durchgänge da enger werden, wo die feine flüſſige Materie durchgehen ſoll, ſo ließe ſich gedenken, daß ſie gegen die Seitenwände der Gänge drucke, und dadurch dem Körper Elaſticität gebe. Allein würde er nun nach der andern Seite gebogen, ſo würden da die Gänge weiter, wo die feine Materie ausgeht, und es ließe ſich da nicht begreifen, wie ſie einen Druck gegen die Seitenwände der Gänge ausüben und dadurch eine Elaſticität bewirken könne. Eine elaſtiſche Stange aber zeigt Elaſticität, man mag ſie nach allen möglichen Richtungen beugen; eine Bewegung einer flüſſigen Materie nach allen möglichen Richtungen zugleich aber ſey unmöglich.

Andere Phyſiker nehmen zwiſchen den Theilen der Körper zurückſtoßende Kraft an. Denn ſo bald ein Körper zuſammengedruckt würde, ſo müßten die Zwiſchenräume derſelben enger zuſammengehen, ſo daß eines in den Wirkungskreis der Zurückſtoßung des andern trete; es müſſe aber die Zurückſtoßung deſto größer werden, je näher die Theilchen an einander kämen. Nach Nachlaſſung der äußern Kraft würden nun dieſe genäherten Theilchen durch dieſe Zurückſtoßungen wieder in ihre vorige Entfernung zurückgebracht, und daher den Körper in ſeine vorige Geſtalt verſetzen. Allein es laſſen ſich zurückſtoßende Kräfte der Körper mit dem atomiſtiſchen Syſteme nicht vereinbaren, indem es nicht einzuſehen iſt, wie nach dieſer Lehre Wirkungskreiſe von Zurückſtoßungen zwiſchen den Theilen der Körper nur auf irgend eine Art möglich wären.

Erxleben *) vermuthet, die Urſache der Elaſticität der Körper liege vielleicht nur darin, daß bey den Theilchen der elaſtiſchen Körper jene Kraft, wodurch ſie unter einander zuſammenhängen, in gewiſſen Lagen der genauern Berührung wegen ſtärker iſt, als in andern Lagen, da bey den nicht elaſtiſchen Körpern die Theilchen ſich in anderen Lagen vielleicht auf einerley Weiſe berühren.

*) Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft §. 33.

Was die Elaſticität der flüſſigen Körper betrifft, ſo haben ſehr viele Phyſiker ſelbige aus der Bewegung ihrer Theilchen, wie **Cartes**, herleiten wollen, nur in Anſehung der Bewegung derſelben weichen ſie von einander ab; einige laſſen ein jedes Theilchen ſich um ſeine Axe drehen, andere aber viele Theilchen im Wirbel um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt drehen u. ſ. w.

Daniel Bernoulli [a]) ſuchte die Meinung des **Cartes**, daß die Elaſticität der flüſſigen Materie in einer Bewegung aller ihrer Theile nach allen Richtungen beſtehe, zur Erklärung der Phänomene anzuwenden. Gedenket man ſich nämlich eine Menge ſolcher Theile in einem hohen Cylinder unter einem beweglichen Deckel mit Gewichten beſchweret vor, ſo wird der Deckel im Cylinder durch die beſtändigen Stöße der bewegten Theile des im Cylinder eingeſchloſſenen Flüſſigen bis auf eine gewiſſe Höhe erhalten. Die flüſſigen Theilchen werden den Deckel noch höher bringen, wenn man die Gewichte, die ſelbigen beſchweren, vermindert; im Gegentheil wird der Deckel noch tiefer einſinken, wenn die Gewichte auf ſelbigem durch andere zugelegte vermehret werden. Dabey wird ſich die Elaſticität aus einer doppelten Urſache vermehren; erſtlich, weil die Anzahl der Theilchen in Abſicht des nunmehr verminderten Raumes größer wird, und zweytens, weil nun ein jedes Theilchen durch die innere Bewegung deſto öfter an den Deckel ſtößt. Aus dieſen Vorausſetzungen ſucht er nun durch Rechnungen darzuthun, daß ſich die Räume, die eine elaſtiſche flüſſige Materie, welche ſich ohne Ende zuſammendrucken läßt, annimmt, umgekehrt wie die zuſammendruckenden Kräfte verhalten. Außerdem nimmt er an, daß die Wärme die Bewegung der Theilchen in Anſehung ihrer Geſchwindigkeit vermehre, und berechnet, daß ſich die Elaſticität wie das Quadrat der Geſchwindigkeit verhalten müſſe, weil bey vermehrter Geſchwindigkeit die Anzahl der Stöße und die Stärke derſelben in eben dem Verhältniſſe wie die Geſchwin-

a) Hydrodynamica ſect. X. de affectionibus atque motibus fluidorum elaſticorum.

Geſchwindigkeit wachſen müſſe. Wenn in einerley Raume mehrere Lufttheilchen anzutreffen ſind, ſo muß auch die Summe der Geſchwindigkeit deſto größer ſeyn, folglich muß das Wachsthum der Elaſticität der Luft bey gleichen Vermehrungen der Wärme in einerley Verhältniſſe mit den Dichtigkeiten der Luft ſeyn.

Johann Bernoulli [α]) ſtellt ſich vor, daß die Elaſticität der Körper durch die Bewegung einer ſehr zarten flüſſigen Materie, welche in den Zwiſchenräumen der Körper eingeſchloſſen iſt, bewirkt werde. Iſt dieſe Bewegung kreisförmig, ſo entſteht daher ein Schwung. **Euler** [β]) gedenket ſich daher, daß die Luft aus einer unzählbaren Menge von Kügelchen beſtehe, worin dieſe feine flüſſige Materie eingeſchloſſen ſey. Je ſchneller nun dieſe Materie in einem ſolchen Kügelchen an deſſen Oberfläche im Wirbel umläuft, deſto ſtärker beſtrebet es ſich auszubreiten. Um den Mittelpunkt eines jeden Kügelchens nimmt er einen leeren Raum an, welcher deſto kleiner wird, je mehr das Kügelchen durch eine äußere Kraſt zuſammengedruckt wird; wenn dieſer Raum zu nichts wird, ſo beſitzet alsdann die Luft den höchſten Grad der Elaſticität, und es läßt ſich nun die Zuſammendrückung nicht weiter mehr treiben. Auf dieſe Hypotheſen bauet er Rechnungen, aus welchen er eine Gleichung zwiſchen der Elaſticität und der Dichtigkeit der Luft herleitet, welche mit der Erfahrung, ſo weit man mit der Luft in Anſehung der Elaſticität hat Verſuche anſtellen können, völlig übereinſtimmet. Allein es iſt ganz leicht einzuſehen, daß dergleichen Reſultate, welche die Rechnungen aus ſolchen Hypotheſen geben, ganz richtig ausfallen müſſen, wenn Vorausſetzungen zum Grunde geleget werden, wie ſie die Erfahrungen verlangen. Deſto leichter täuſchen aber auch dergleichen Hypotheſen. Als Erklärungen phyſikaliſcher Unterſu-

α) Addition au diſcours ſur les loix de la communication du mouvement. in opp. T. III. p. 81.

β) Tentamen explicationis phaenomenorum aëris in comment. Petropol. T. II. p. 347 ſqq.

terſuchungen können ſie aber keinesweges befriedigen, weil die innern Bewegungen ſolcher feinen flüſſigen Materien auf keinen Erfahrungen beruhen, ſondern ganz willkürlich angenommen ſind.

Newton *) nimmt an, daß die Theile einer elaſtiſchen flüſſigen Materie durch zurückſtoßende Kräfte von einander zurückgetrieben werden, und ſucht daraus zu beweiſen, daß ſich bey dieſen Theilchen in einer flüſſigen Materie, deren Dichtigkeit ſich wie die zuſammendruckende Kraft verhält, die zurückſtoßenden Kräfte im umgekehrten Verhältniß der Entfernung von den Mittelpunkten der Theilchen befinden müſſen. Ueberhaupt zeiget er, daß ſich die zuſammendrückende Kraft wie die $\frac{n+2}{3}$te Potenz der Dichtigkeit verhalte, wenn ſich die zurückſtoßende Kraft umgekehrt wie nte Potenz der Entfernung der Mittelpunkte verhalte. Ueber dieſe Zurückſtoßenden Kräfte erkläret ſich Newton ganz deutlich in ſeiner Optik, und ſagt, man könne ſich bey Erzeugung der Luft und der Dämpfe eine ſo große Ausdehnung, welche zuweilen 10,100,1000 Mahl größer als vorher wäre, da ſie noch die Form eines dichten Körpers hatten, gar nicht vorſtellen, wenn nicht die Lufttheilchen zurückſtoßende Kraft beſäßen, mit welcher ſie einander fliehen. Da man aber nach der atomiſtiſchen Lehre keine weſentliche zurückſtoßende Kraft der Theilchen annehmen kann, ſo bleibt auch die zurückſtoßende Kraft bloß eine Vorſtellung, nicht aber eine Erklärung.

Herr **Kant** hat zuerſt die attraktive und expanſive Elaſticität gehörig von einander unterſchieden, nachher hat auch Herr **Gren** dieſen Unterſchied in ſeiner Phyſik angegeben. Letzterer nimmt an, daß der Grund der attraktiven Elaſticität nach dem Syſtem der relativen Undurchdringlichkeit der Materie die Kraft des Zuſammenhanges der Theile oder die anziehende Kraft, wie er ſie nennt, ſey, hingegen der der expanſiven Elaſticität die zurückſtoßende Kraft der Theile der Materie. Herr **Gren** behauptet jedoch, daß die Kraft des Zuſam-

*) Princip. L. II. propoſ. 23.

Zuſammenhanges der Theile der feſten Körper eine weſentliche oder Grundkraft ſey; dieß iſt aber irrig (m. ſ. **Attraktion** und **Cohäſion, Grundkräfte**); nach dieſem Syſtem wird bloß bewieſen, daß Materie nicht anders möglich ſey, als durch anziehende und zurückſtoßende Kräfte, das beweiſet ſie aber nicht, daß dieſe oder jene Materie die beſtimmte Grenze haben müſſe, die ſie hat, daß ſie folglich einen gewiſſen begrenzten phyſiſchen Körper beſtimme; der Grad des Zuſammenhanges eines ſolchen Körpers iſt bloß phyſiſch nicht metaphyſiſch, alſo kann auch der Grund der attraktiven Elaſticität keine Grundkraft ſeyn. Nach meiner Einſicht liegt die Urſache der attraktiven Elaſticität in der Kraft der Cohäſion. Da nun die Cohäſion ganz allein von der qualitativen Eigenſchaft der Materien, die ſich mit einander verbinden, abhänget, wodurch denſelben ein freyes Spiel der Grundkräfte in einer engern Sphäre zugeſchrieben wird, ſo ſieht man, daß die attraktive Elaſticität allein von den mancherley Verbindungen der Theile der feſten Körper, welche durch das freye Spiel der Grundkräfte bewirket werden, herrühre, und daß ſie vom Reiben der Theile an einander vorzüglich verurſachet werde. Was hingegen die expanſive Elaſticität betrifft, ſo iſt dieſe die zurückſtoßende Kraft, welche aller Materie weſentlich zukömmt, und es iſt daher dieſe als Grundkraft zu betrachten. Wenn z. B. eine Menge Luft in einem hohlen Cylinder durch einen Stämpel zuſammengepreßt wird, ſo wird dieſe vermittelſt ihrer zurückſtoßenden Kraft oder Elaſticität der druckenden Kraft entgegen wirken, und ſich wieder in den vorigen Raum ausdehnen, nachdem die äußere auf ſie druckende Kraft nachgelaſſen hat. Indeſſen iſt doch keinesweges zu behaupten, daß die expanſive Elaſticität, welche man gewahr wird, alle Mahl urſprünglich ſey, in dem auch ſelbſt die expanſive Elaſticität abgeleitet ſeyn kann, wie z. B. durch Einwirkung der Wärmematerie, und es iſt überhaupt ſchwer zu unterſcheiden, ob in jedem vorkommenden Falle die expanſive Elaſticität allein urſprünglich oder zugleich abgeleitet iſt.

Was die Geſetze der Elaſticität feſter Körper betrifft, ſo hat ſich mit Unterſuchung derſelben vorzüglich 's **Graveſand** *) beſchäftiget. Dabey ſtellt er ſich die feſten Körper aus dünnen Fibern oder Fäden zuſammengeſetzt vor, und unterſucht vor allen Dingen die Elaſticität der Metallſaiten, welche dergleichen elaſtiſche Faden vorſtellen.

Vermöge der Erfahrung wird die Federkraft eines elaſtiſchen feſten Körpers deſto größer, je mehr ſeine Theile gedehnet werden. Wenn die Theile eines ſolchen Körpers ſo weit gedehnet ſind, bis die Federkraft ihrer Theile der ſpannenden Kraft gleich iſt, ſo befindet ſich der elaſtiſche Körper mit der dehnenden Kraft im Gleichgewichte. Würde ein ſolcher Körper noch weiter gedehnet, ſo würde nun derſelbe entweder zerreiſſen, oder ſeine Federkraft würde ganz wegfallen, wie man dieß ſehr leicht an einer durch Gewichte geſpannten Saite erfahren kann. Es iſt daher die Spannung, welche die Fibern elaſtiſch macht, in gewiſſe Grenzen eingeſchloſſen.

Es iſt überaus leicht zu begreifen, daß gleiche Fibern bey gleichen durch gleiche dehnende Gewichte erfolgte Spannungen auch gleich lang gedehnet werden; und daß ſich die Gewichte, welche gleiche Fibern unter verſchiedenen Spannungen gleich lang dehnen, wie die Spannungen verhalten müſſen. Wenn nämlich drey gleiche Saiten in den Verhältniſſen 1, 2, 3 gleich lang geſpannt werden ſollen, ſo müſſen ſich auch die dazu erforderlichen dehnenden Gewichte wie 1, 2, 3 verhalten.

Wenn gleichartige Saiten, von gleicher Dicke gleich ſtark geſpannt ſind, ſo verhalten ſich bey gleichen Zuſätzen von Gewichten die Verlängerungen derſelben wie die Längen der Saiten. Eben ſo verhalten ſich auch ihre Beugungen.

Wenn eine geſpannte Saite in die Lage (fig. 119.) aeb gebogen iſt, ſo wird ſie vermöge ihrer Federkraft nach Nachlaſſung der beugenden Kraft in die Lage acb ſich zu verſetzen ſtreben. Da man aber die Elaſticität als eine abſolute Kraft betrachten kann, ſo wird das Zurückgehen mit Beſchleunigung erfolgen,

*) Phyſices elementa mathem. Lugd. Batav. T. I. L. I. c. 29.

erfolgen, und folglich die Geſchwindigkeit am größten ſeyn, wenn ſie in die gerade Lage acb gekommen iſt. Wegen dieſer erlangten Geſchwindigkeit wird ſie nun in dieſer Lage nicht ruhen können, ſondern vielmehr von nun an mit Verzögerung in die Lage adb ſich beugen, bis die Geſchwindigkeit in d=o geworden iſt. Hier ſtellt ſich die Saite vermöge der Federkraft wieder in die gerade Lage acb mit Beſchleunigung her, und die dadurch erlangte Geſchwindigkeit treibt ſie abermahls in die Lage aeb. Hieraus entſtehen alſo ſchwingende Bewegungen von acb nach aec, von da zurück nach acb, und von hier nach adb u. ſ. f. eben ſo wie bey der abwechſelnden ſchwingenden Bewegung eines Pendels; ſ. **Pendel.** Dieſe Schwingungen ſind der Zeit nach gleich lang, ob ſie gleich in Anſehung des Raumes ed ſchwächer und ſtärker ſind, wie beym Pendel, das in der Radlinie ſchwingt. Im Gegentheil werden die Schwingungen bey ungleich geſpannten, bey übrigens gleich langen und gleich dicken Saiten, nicht gleich lang ſeyn, ſondern es werden ſich die Quadratwurzeln der Zeiten, während welchen die Schwingungen erfolgen, umgekehrt wie die ſpannenden Kräfte verhalten.

Bey gleich dicken und gleich ſtark geſpannten aber ungleich langen Saiten verhalten ſich die Schwingungszeiten wie die Längen. Bey gleich langen und ungleich dicken und gleich ſtark geſpannten Saiten aber verhalten ſich die Schwingungszeiten wie die Dicken.

Setzt man alſo bey zwey gleichartigen Saiten die Längen derſelben L, l, die Dicken D, d, die ſpannenden Kräfte P, p, und die Schwingungszeiten T, t, ſo ergibt ſich aus vorhergehenden folgende Gleichung

$$\frac{L^2 D^2}{T^2 P} = \frac{l^2 d^2}{t^2 p};$$

wegen der cylindriſchen Geſtalt der Saiten aber verhalten ſich die körperlichen Räume, folglich auch ihre Gewichte wie $LD^2 : ld^2$; ſetzt man alſo dieſe Gewichte Q, q, ſo folgt

$$\frac{QL}{T^2 P} = \frac{ql}{t^2 p},$$ und daher

T²:

$T^2 : t^2 = \frac{Qd}{P} : \frac{ql}{p}$ d. h., die Quadrate der Schwingungszeiten verhalten ſich wie die Quotienten der Produkte der Längen mit den Gewichten der Saiten durch die ſpannenden Kräfte dividirt.

Dieſe Geſetze elaſtiſcher Saiten laſſen ſich auch bey elaſtiſchen Blechen, wie z. B. den ſpannenden Uhrfedern u. d. g. anwenden, indem man dieſe als eine Menge an einander gelegter und mit einander verbundener elaſtiſchen Saiten betrachten kann.

Alle dieſe Sätze, welche 's **Graveſand** mit Verſuchen beſtätiget, wendet er auch auf elaſtiſche Kugeln an, und beweiſet, daß ſich die Abplattungen, die ſie beym Stoß an feſte Körper erleiden, wie die Geſchwindigkeiten des Anſtoßens verhalten müſſen.

Von den Geſetzen des Stoßes elaſtiſcher Körper ſiehe unter dem Artikel **Stoß**.

Was die Geſetze der Elaſticität flüſſiger Materien anlangt, ſo werden dieſe vorzüglich in der **Aerometrie** vorgetragen, in welcher zugleich unter dem Worte Luft eine jede elaſtiſche flüſſige Materie verſtanden wird. Die vorzüglichſten Geſetze derſelben ſind folgende.

Wenn in einem prismatiſchen oder cylindriſchen Gefäße eine flüſſige elaſtiſche Materie ſich befindet, ſo leidet der Boden desſelben einen Druck, welcher dem Gewichte einer geraden Säule gleich iſt, deren Grundfläche dem ebenen Boden, und deren Höhe der Höhe der im Gefäß eingeſchloſſenen elaſtiſchen flüſſigen Materie gleich iſt. Theilet man nun die Höhe einer ſolchen Säule einer elaſtiſchen flüſſigen Materie in Schichten von ungleichen Höhen ein, aber ſo daß jede Schicht gleich viel elaſtiſche flüſſige Materie beſitzet, ſo erhellet, daß jede folgende unter der oberſten befindliche Schicht mehr Dichtigkeit haben müſſe, als die zunächſt über ihr liegende. Es wird ſich folglich die Dichtigkeit der oberſten Schicht zur Dichtigkeit der unterſten, wie die Höhe der unterſten zur Höhe der oberſten verhalten.

Die

Die elaſtiſche flüſſige Materie druckt vermöge ihrer Elaſticität nach allen Seiten und ſtrebt ſich auszubreiten. Folglich druckt ſie eben ſo wie Waſſer ſeitwärts gegen die innere Wand eines Gefäßes (fig. 107.) cb und rſ ſenkrecht, und zwar mit einer Gewalt, welche der Elaſticität der Schichte cbſr, folglich dem auf die druckenden Gewichte gleich iſt. Hieraus folgt, daß der Druck auf cb nach der ſenkrechten Richtung ſo groß ſeyn müſſe, als das Gewicht einer Säule dieſer flüſſigen Materie, deren Grundfläche dem Theile cb, und deren Höhe der Tiefe dieſes Theiles von der höchſten Oberfläche der flüſſigen Materie gleich iſt. Dieſer ſenkrechte Druck nach der Richtung bk zerlegt ſich nun in zwey andere nach den Richtungen bl und bm; dieſer letzte iſt aber ſo groß, als das Gewicht einer Säule, welche zur Grundfläche cb und zur Höhe bn hat. Iſt alſo bdfc eine ſenkrechte Säule, ſo iſt der Druck auf df ſo groß, als das Gewicht einer Säule, deren Grundfläche = df, und deren Höhe = dn iſt; folglich iſt der Druck, womit dieſe Säule das Gefäß unterwärts preßt, ſo groß als das Gewicht dieſer Säule. Hieraus iſt begreiflich, daß der geſammte Druck einer elaſtiſchen flüſſigen ſchweren Materie, wie beym Waſſer, dem Gewichte der im Gefäße befindlichen flüſſigen Materie gleich ſey. **Daniel Bernoulli** α) hat die Geſetze des Drucks und auch der Bewegung elaſtiſcher flüſſiger Materien aus dem Grundſatze der lebendigen Kräfte entwickelt, und daraus eine kurze Theorie der Zuſammendrückung der Luft, ihrer Bewegung in Gefäßen mit Oeffnungen und der Gewalt des Schießpulvers hergeleitet. Dieſe Geſetze ſucht **d'Alembert** β) aus einem andern Grundſatze durch die Lehre von der Zerlegung der Bewegungen herzuleiten, und gibt ſeinen Rechnungen darüber eine große Allgemeinheit, da **Bernoulli** ſich bloß mit der elaſtiſchen flüſſigen Materie von unveränderlicher Wärme, und mit dem Satze, daß die Elaſticität der Dichtigkeit proportional ſey, beſchäftiget hatte.

Weil

α) Hydrodynamica. Argent. 1738. 4.

β) Traité de l'équilibre et de mouvement de fluides, Paris 1744. 4.

Weil vermöge der Erfahrung unſere Erde mit einer elaſtiſchen flüſſigen Materie, die wir Luft nennen, umgeben iſt, ſo folgt, wenn alles in dieſem Luftkreiſe bey einerley Wärme im Gleichgewichte iſt, daß die Dichtigkeit und Elaſticität der Luft an der Erdfläche am größten iſt, bey weitern Entfernungen von derſelben aber abnehmen müſſe, bis endlich an der äußerſten Grenze des Luftkreiſes die Elaſticität der Luft unmerklich wird. Denn theilet man den Luftkreis in Schichten von ſehr kleinen Höhen ab, ſo wird eine jede Schichte einen Druck leiden, womit eine Höhe zuſammengehöret, welche größer iſt, als die Höhe des Drucks gegen die nächſt vorhergehende Schichte. Weil aber in jeder Schichte die Elaſticität der Luft mit dieſem Drucke das Gleichgewicht hält, ſo muß auch die Elaſticität und Dichtigkeit der Luft in ſolchen Schichten deſto größer ſeyn, je näher ſie der Erdfläche ſind; an der Erdfläche muß alſo die Elaſticität und Dichtigkeit der Luft am größten ſeyn. Man kann daher mit allem Rechte ſagen, daß die Urſache der Erhebung und Erhaltung des Queckſilbers im Barometer von der Elaſticität der Luft herrühre, denn es iſt allemahl die Elaſticität der untern Luftſchicht, mit dem Druck der über ihr liegenden Luftſchichten bis zur äußerſten Grenze des Luftkreiſes im Gleichgewichte, wenn alles in dem Luftkreiſe im Gleichgewichte iſt.

Aus den Verſuchen des **Mariotte** $^{\alpha}$) und **Bouguer** $^{\beta}$) folgt das Geſetz, daß ſich bey einerley Wärme die Federkraft der Luft wie ihre Dichtigkeit verhalten müſſe. Weil nun im Zuſtande des Gleichgewichtes die Elaſticität der zuſammendruckenden Kraft gleich ſeyn muß, ſo verhält ſich auch die Dichtigkeit der Luft wie die Kraft, womit ſie zuſammengedruckt wird. Dieſes Geſetz findet freylich nur bey der **abſoluten Elaſticität** Statt. Man macht nämlich einen Unterſchied unter der **abſoluten und ſpecifiſchen Elaſtici-**

α) Diſcours de la nature de l'air 1676. u. im traité de mouvement des eaux II. part. II. diſc. Paris 1686.

β) Figure de la terre, Paris 1749 u. introd. mit der Aufſchrift relation abregée du voyage au Peru.

ſticität. Unter jener verſteht man die Stärke, womit ſie der zuſammendruckenden Kraft widerſtehet, an ſich, ohne auf andere Umſtände, als Wärme, Dichtigkeit u. ſ. Rückſicht zu nehmen. Dieſe Elaſticität muß jederzeit der druckenden Kraft gleich ſeyn. Weil aber einerley Materie bey ungleicher Wärme und ungleicher Dichtigkeit ſo wie verſchiedene Materien von ungleicher Dichtigkeit dennoch gleich ſtark drucken können, ſo heißt diejenige Materie **ſpecifiſch elaſtiſcher**, als die andere, welche bey geringerer Dichtigkeit gleich ſtark druckt, bey eben derſelben Dichtigkeit aber auch einen größern Druck ausübet.

Es iſt die ſpecifiſche Elaſticität doppelt ſo groß, wenn die Materie bey einerley Dichtigkeit doppelt ſo viel Elaſticität hat u. ſ. f. Bey einerley Dichtigkeit verhalten ſich folglich die abſoluten Elaſticitäten wie die ſpecifiſchen. Hingegen bey einerley ſpecifiſcher Elaſticität verhalten ſich nach dem oben angeführten Geſetze die Dichtigkeiten, wie die abſoluten Elaſticitäten. Es folgt demnach hieraus, daß ſich überhaupt die abſoluten Elaſticitäten wie die Produkte aus den ſpecifiſchen Elaſticitäten in die Dichtigkeiten, und die ſpecifiſchen wie die Quotienten der abſoluten Elaſticitäten durch die Dichtigkeiten dividiret verhalten.

Alle elaſtiſche Flüſſigkeiten werden in Anſehung ihrer ſpecifiſchen Elaſticitäten durch die Wärme vermehret. Wenn daher einerley Menge Luft in einerley Raum eingeſchloſſen iſt, ſo wird ſie erwärmt mehr Elaſticität beſitzen müſſen, wird folglich abſolut elaſtiſcher, und drückt gegen die Seitenwände des Gefäßes, welches ſie einſchließt, auch ſtärker. Wäre ſie aber nicht eingeſchloſſen, ſo breitet ſie ſich nun nach allen Seiten ſo lange aus, bis ihre Dichtigkeit in eben dem Verhältniſſe geringer wird, in welchem ihre ſpecifiſche Elaſticität größer geworden iſt. Es wird folglich durch die Wärme die Luft verdünnet.

Wenn in einem Gefäße die Luft verdichtet wird, ſo wird auch ihre Elaſticität in eben dem Verhältniſſe größer, alſo verhält ſich auch der Druck der äußern Luft zum Druck der

im Gefäße eingeſchloſſenen Luft wie die Dichtigkeit der erſtern zur Dichtigkeit der andern. Würde alſo die in einem Gefäße zuſammengepreßte Luft auf eine Materie wirken, auf welche der Druck der äußern Luft nicht ſo groß iſt, ſo muß ſie auch, wenn ſie ausweichen kann, in Bewegung geſetzet werden. Darauf gründet ſich die Wirkung des Heronsballes, Heronsbrunnen u. ſ. f. m. ſ. **Springbrunnen**.

Auf die Eigenſchaft der Luft, durch Erwärmung elaſtiſcher zu werden, folglich ſich in einen größern Raum auszudehnen, beruht auch das Verfahren, Gefäße mit ſehr engen Oeffnungen mit tropfbaren Flüſſigkeiten ſehr leicht anzufüllen. Denn wenn das Gefäß erwärmet wird, ſo dehnt ſich die Luft darin aus, und entweicht daher zum Theil durch die enge Oeffnung; bringt man nun dieſe Oeffnung des Gefäßes unter die tropfbar flüſſige Materie, ſo druckt die äußere Luft ſelbige in das Gefäß hinein, ſo bald ſich die im Gefäße befindliche Luft bey der Erkältung zuſammenziehet. Hierdurch läßt ſich zugleich beſtimmen, wie ſtark ein gegebener Grad von Wärme die Luft ausdehne, wenn man den ganzen innern Raum des Gefäßes mit dem nach der Erkältung übrig gebliebenen vergleicht.

Die brennbare Luft iſt ſpecifiſch elaſtiſcher, als die gemeine atmosphäriſche. Wenn man alſo die brennbare Luft in eine für ſie undurchdringliche, aber biegſame Hülle einſchließt, ſo wird ſie auch dieſe ſo lange ausdehnen, bis ſie mit der von außen her entgegenwirkenden atmosphäriſchen Luft einerley abſolute Elaſticität hat. Alsdann aber iſt ihre Dichtigkeit oder ihr ſpecifiſches Gewichte in eben dem Verhältniſſe geringer, in welchem ihre ſpecifiſche Elaſticität größer iſt, dadurch erhält man ein Mittel, einen Körper beugſam zu machen, welcher leichter als ein eben ſo großer Luftraum iſt, ohne jedoch von der äußern Luft zuſammengedruckt zu werden. Hieraus iſt es alſo zu begreifen, wie eine aëroſtatiſche Hülle durch brennbare Luft aufgeſpannt, und ſelbſt in der atmosphäriſchen Luft in die Höhe getrieben werden könne. Da auf eben dieſe Weiſe die gemeine

meine atmoſphäriſche Luft durch die Wärme verdünnt wird, ſo dienet ſie ebenfalls zur Füllung der aëroſtatiſchen Maſchinen.

Die Theorie des Drucks und der Bewegung der elaſtiſchen flüſſigen Materien iſt vorzüglich von Herrn **Karſten** α) ziemlich vollſtändig entworfen worden. Auch hat ſchon **Euler** β) gezeiget, wie ſich die Grundſätze der allgemeinen Mechanik auf die Sätze der elaſtiſchen flüſſigen Materien anwenden laſſen.

Elaſticität, abſolute (elaſticitas abſoluta, élaſticité abſolue) heißt die Stärke des Drucks, womit eine elaſtiſche flüſſige Materie der auf ſie druckenden Kraft widerſtehet. Wenn alles in Ruhe iſt, ſo widerſteht dieſe Elaſticität gerade ſo viel, nicht mehr als die äußere Kraft, die ſie zuſammenpreſſen will.

Es folgt alſo hieraus, daß die Elaſticität der Luft der druckenden Kraft proportional iſt. Weil nun die untere Luftſchicht an der Erdfläche der Atmoſphäre von der bis zur äußerſten Grenze über ihr liegenden gedruckt wird, mithin die Elaſticität derſelben am größten iſt, ſo folgt auch, daß die Elaſticität der unterſten Luftſchicht eben dieſe Wirkung hervorbringe, als der geſammte Druck der über ihr befindlichen Luft bis zur Grenze der Atmoſphäre. Würde alſo ein Theil Luft von der unterſten Luftſchicht in ein Gefäß eingeſchloſſen, ſo muß auch dieſer vermöge der Elaſticität noch eben die Wirkung hervorbringen als der Druck der über dieſem Theile liegenden Luft. Hieraus folgt alſo unläugbar, daß die Wirkung, welche ein auch noch ſo kleiner Theil der eingeſchloſſenen Luft vermöge ihrer Elaſticität verurſachet, eben ſo groß iſt, als der Druck einer Luftſäule, welche jener eingeſchloſſene Theil tragen müſſe. Würde alſo die torricelliſche Röhre in ein Gefäß eingeſchloſſen, ſo muß auch die in ſelbigem befindliche Luft vermöge ihrer Elaſticität das Queck-

α) Lehrbegriff der geſammten Mathematik. Th. III. Aerometrie. Theil VI. Pnevmatik.

β) Principes généraux du mouvement des fluides in d. hiſtoir. de l'Acad. de Berlin. année 1755. p. 274 ſqq.

ſilber in eben der Höhe erhalten, als es ſonſt von dem Druck der Luft im Freyen erhalten wird.

Elaſticität, ſpecifiſche (elaſticitas ſpecifica, élaſticité ſpecifique) iſt der Druck einer elaſtiſchen flüſſigen Materie in Rückſicht ihrer abſoluten Elaſticität und ihrer Dichtigkeit, ſo daß dieſer Materie eine größere ſpecifiſche Elaſticität zugeſchrieben wird, wenn ſie bey einerley Dichtigkeit der auf ſie druckenden Kraft ſtärker, eine geringere aber, wenn ſie der druckenden Kraft weniger widerſteht. In dieſem Sinne ſagt man, eine flüſſige Materie habe zwey Mahl, drey Mahl u. ſ. mehr ſpecifiſche Elaſticität, wenn ſie bey einerley Dichtigkeit zwey Mahl, drey Mahl u. ſ. ſtärker druckt, als eine andere Materie.

Der Ausdruck, ſpecifiſche Elaſticität, iſt folglich nur ein relativer Begriff, indem man nicht angeben kann, wie ſtark die ſpecifiſche Elaſticität eines Körpers an ſich iſt, ſondern bloß, ob er bey gleicher Dichtigkeit größere oder geringere Elaſticität beſitze als ein anderer. Vergleichet man nun die Elaſticität des einen Körpers mit der Elaſticität des andern, ſo wird man die Elaſticität des einen Körpers zur Einheit annehmen, und alsdann auch durch eine Zahl beſtimmen können, wie vielmahl die Elaſticität des andern Körpers größer als die zur Einheit angenommene iſt. Auch kann man eine Materie **gleichförmig elaſtiſch** nennen, nämlich diejenige, welche allenthalben eine der Dichtigkeit proportionale abſolute Elaſticität hat; alsdann würde eine Materie **ungleichförmig elaſtiſch** heißen, wenn ſie in allen ihren Theilen keine gleich große abſolute Elaſticität beſitzet, welcher man auch, wenn dieſe Ungleichheiten als gleichförmig vertheilt betrachtet werden, eine **mittlere** Elaſticität zuſchreiben kann.

Es iſt ſchon aus dem Artikel **Elaſticität** bekannt, daß ſich die ſpecifiſchen Elaſticitäten wie die Quotienten der abſoluten Elaſticitäten durch die Dichten der Materien dividiret verhalten. Setzt man alſo die ſpecifiſchen Elaſticitäten = E, e, die abſoluten A, a und die Dichtigkeiten der Materien D, d, ſo hat man

$$E : e = \frac{A}{D} : \frac{a}{d}$$

Setzt man ferner die Maſſen M, m und die Räume V, v, ſo weiß man, daß

$$D : d = \frac{M}{V} : \frac{m}{v}$$, alſo iſt auch

$$E : e = \frac{AV}{M} : \frac{av}{m}$$ oder $EM : em = AV : av$, d. h. die Produkte der Maſſen oder Gewichte in die ſpecifiſchen Elaſticitäten verhalten ſich zu einander wie die Produkte der Räume in die abſoluten.

Zunehmende Wärme wird auch allemahl die ſpecifiſche Elaſticität E vergrößern. Iſt aber die flüſſige Materie eingeſchloſſen, ſo daß weder M noch V wachſen kann, ſo wird dadurch die abſolute Elaſticität größer. Wenn aber die Maſſe ſich ausbreiten kann, mithin V größer wird, ſo wird die Dichtigkeit D in eben dem Verhältniſſe kleiner als V größer wird, die abſolute Elaſticität bleibt ungeändert.

Elaſticitätsmeſſer, Elaterometer, Dampfmeſſer (elaterometrum, elateromètre) iſt eine eigene bey den Dampfmaſchinen angebrachte Einrichtung, die abſolute Elaſticität des Dampfes dadurch zu erkennen, oder doch wenigſtens die Größe derſelben dadurch zu beurtheilen.

Um die abſolute Elaſticität des Dampfes bey den Dampfmaſchinen zu finden, dienet ſchon ein empfindliches Thermometer, welches in dem Innern des Dampfbehälters an der Maſchine ſo angebracht werden müßte, daß die Kugel desſelben allenthalben mit Dampf umgeben wäre, die Röhre aber aus demſelben aber dampfdicht hervorrage. Alsdann müßte aber auch eine Tabelle für die abſolute Elaſticität durch die Wärmegrade nach Art des Herrn von **Betancourt** (ſ. **Dämpfe**) berechnet worden ſeyn, um daraus bey Beobachtung des Grades der Temperatur an dem im Behälter eingeſchloſſenen Thermometer die abſolute Elaſticität des Dampfes finden zu können.

Außerdem kann aber auch eine eigene Vorrichtung als Dampfmeſſer an der Feuermaſchine angebracht werden, wie dieß bey der Dampfmaſchine auf dem burgörner Revier in der Grafſchaft Mannsfeld geſchehen iſt. Allein dieſer Dampfmeſſer zeiget nur an, ob der Dampf die gehörige expanſive Kraft erreicht oder überſtiegen habe, um die Maſchine in Gang zu bringen, ſie zeigt aber nicht die abſolute Elaſticität desſelben im Dampfbehälter an. Zur Verbeſſerung dieſes Dampfmeſſers gibt daher Hr. **Gren** *) folgenden Vorſchlag an. Es ſey nämlich (fig. 120.) a der eine Dampfbehälter der Maſchine im lothrechten Durchſchnitt. An der einen Seitenwand wird ein Behältniß von Eiſenblech angebracht, deſſen Wand b b etwa einen Zoll weit von der Wand des Behälters entfernet iſt; übrigens kann die Länge 6 Zoll und die Höhe 8 Zoll betragen. Unten am Boden des Behälters wird eine eiſerne Röhre f von $\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer angebracht, welche rechtwinklig in die Höhe gebogen iſt, und in einem kurzen Schenkel ſich endiget. In der Oeffnung dieſes Schenkels wird eine gläſerne oben offene etwa 30 Zoll lange Röhre, die im Durchmeſſer etwa $\frac{3}{4}$ Linien beträgt, eingekittet, und an ſelbiger eine Skale befeſtiget. Das Behältniß bcb wird mit Queckſilber ungefähr 6 Zoll hoch angefüllt, welches folglich in die gläſerne Röhre eben ſo hoch als im Behälter treten wird, wenn nämlich die Elaſticität der im Dampfbehälter eingeſchloſſenen Luft gleich mit der Elaſticität der äußern iſt. Von dieſem Punkte c an werden alsdann auf die Skale oberhalb und unterhalb Zolle und Linien gezeichnet. Außerdem wird in der Nähe ein gutes Barometer aufgehängt. Geſetzt nun, das Queckſilber ſteige in der gläſernen Röhre bis d um 8 Zoll hinauf, indem das Barometer 27 Zoll 8 Linien zeiget, ſo wird die abſolute Elaſticität des Dampfs im Behälter durch die Summe von beyden, oder durch eine Queckſilberſäule von 35 Zoll 8 Linien ausgedruckt werden. Fiele hingegen das Queckſilber in der gläſernen Röhre unter c, ſo muß man alsdann den Abſtand von

*) Neues Journal der Phyſik B. I. S. 188.

von c in Zollen und Linien von der beobachteten Barometerhöhe ſubtrahiren, um die abſolute Elaſticität des Dampfes im Behälter der Maſchine zu erhalten. Uebrigens kann man das Niveau im Behälter und in der Röhre wegen des geringen Verhältniſſes des Querſchnittes der Röhre zum Querſchnitte des Behälters als unveränderlich betrachten; denn das Queckſilber müßte in der Röhre über c auf 80 Zolle in die Höhe ſteigen, wenn es etwa $\frac{1}{2}$ Linie im Behälter fiele.

Elaſticitätszeiger, Mercurialzeiger, Barometerprobe (index elaſticitatis in vacuo Boyliano, index mercurialis, baromètre d'épreuve). Hierunter verſteht man ein an der Luftpumpe angebrachtes Barometer, welches zeigen ſoll, wie groß die abſolute Elaſticität der nach dem Evakuiren unter der Glocke noch befindlichen Materie ſey.

Eine ſolche Vorrichtung hat **Hawksbee** [α]) bey ſeiner Luftpumpe zuerſt angebracht. Hr. Hofrath **Karſten** [β]) hat ſie alſo beſchrieben: Es ſey (fig. 121.) ab der Teller der Luftpumpe, und col eine hindurchgehende bey c offene Röhre; in dieſe ſey bey d eine gläſerne über 28 Zoll lange Röhre dg geſteckt, und bey d alles gegen das Eindringen der äußern Luft verwahret. Das unten bey g offene Ende der gläſernen Röhre ſtehe in einem Gefäß hi mit Queckſilber, und ef ſey die Verbindungsröhre zwiſchem dem Teller und der Pumpe. So lange nun über dem Teller die Luft ſich im natürlichen Zuſtande befindet, ſo lange ſteht das Queckſilber im Gefäße hi und in der Röhre gleich hoch. Wenn aber die Glocke über dem Teller ſteht, und unter derſelben durch Bearbeitung der Pumpe die Luft verdünnet wird, ſo ſteigt das Queckſilber in der Röhre hinauf, und zwar deſto höher, je weiter die Verdünnung getrieben wird. Könnte man alle Luft unter der Glocke wegſchaffen, ſo würde das Queckſilber, nachdem ſolches bewerkſtelliget wäre, in der Röhre ſo hoch ſtehen, als

 es

α) Phyſico-mechanical experiments on various ſubjects. London 1709. 4.

β) Lehrbegriff der geſammten Mathematik Theil VI. Pnevmatik. Abſchn. V. §. 90. S. 453 u. f.

es zu der Zeit in jedem an eben dem Orte befindlichen Barometer ſteht. Und wenn die Luftpumpe vollkommen luftdicht iſt, und man läßt alles in dem erwähnten Zuſtande einige Tage nach einander verharren, ohne mit Fleiß Luft unter die Glocke zu laſſen, ſo muß das Queckſilber während dieſer Zeit eben ſo wie in andern Barometern ſteigen und fallen. Da es aber unmöglich iſt, die Luft unter der Glocke bis zur völligen Ausleerung zu bringen, ſo ſieht man, daß das Queckſilber in der Röhre nicht völlig die wahre Barometerhöhe erreichen könne, und da der Unterſchied der Höhe von der zugleich beobachteten Höhe eines gewöhnlichen Barometers zeigen werde, wie viel die Elaſticität der unter der Glocke noch zurück gebliebenen Materie betrage. Hat man nun an der Röhre eine gehörig eingetheilte Tafel angebracht, ſo wird man aus der Höhe, auf welche das Queckſilber durch Bearbeitung der Pumpe gebracht werden kann, beurtheilen können, wie ſtark die Elaſticität der unter der Glocke noch befindlichen Materie ſey. Stände z. B. das Queckſilber in der Röhre in k auf 26 Zoll, wenn das gewöhnliche Barometer 27 Zoll 8 Linien zeiget, ſo würde die Elaſticität der unter der Glocke noch befindlichen Materie 1 Zoll und 8 Linien Queckſilberhöhe gleich ſeyn, oder auf eine jede Fläche ſo ſtark drucken, als ob 1 Zoll 8 Linien hoch Queckſilber darüber ſtände. Es beträgt alſo dieſe Elaſticität $\frac{312}{332} = \frac{78}{83}$ der Elaſticität der äußern Luft. Bey **Leupolds** doppelter Luftpumpe und bey beyden 'sgraveſandiſchen iſt dieſer Zeiger ebenfalls angebracht.

Andere bedienten ſich zum Elaſticitätszeiger eines gewöhnlichen Barometers, und ſtellten es unter die Glocke, die es faſſen konnte. So bald die Luft evakuiret wurde, ſo fiel das Queckſilber herab, und zwar um deſto mehr, je mehr die Evakuation bewirket wurde. Durch dieſe verſchiedenen Höhen des Queckſilbers ward alſo angezeiget, wie ſtark die Elaſticität der unter der Glocke noch befindlichen Materie einer Kraft widerſtehen konnte. Da aber dergleichen hohe Glocken, um ein ſolches Barometer zu faſſen, wegen ihrer Höhe ſehr unbequem waren, ſo gebrauchte der Herr von **Mairan** zu dieſer Abſicht

das

das ſo genannte abgekürzte Barometer, welches du Fay α) beſchrieben hat. Es hat dieſes Barometer die äußere Form eines gewöhnlichen Gefäßbarometers, außer, daß es nur etwa über dem Niveau 3 Zoll Höhe beſitzet. Man füllt dieſes Barometer wie gewöhnlich mit Queckſilber an, und befeſtiget es an eine Skale, auf welcher die drey Zoll ſeiner Höhe in Linien gezeichnet ſind. Man ſtellt dieſes Barometer beym Gebrauche unter der Glocke ſenkrecht auf. Bey den erſten Auszügen wird man an dieſem Barometer gar keine Wirkung verſpüren; ſo bald aber die Luft unter der Glocke ſo ſehr verdünnt worden, daß ein gewöhnliches Barometer bis etwa auf 24 Zoll herabfallen würde, ſo wird ſich das Queckſilber in dem verkürzten Barometer bey drey Zoll zu regen anfangen. Wenn nun durch fortgeſetztes Evakuiren das Queckſilber bis auf zwey Zoll herabfällt, ſo läßt ſich ſchließen, daß die Elaſticität der in der Glocke zurückgebliebenen Materie einer Queckſilberſäule von 2 Zoll Höhe das Gleichgewicht halten kann. Dadurch ließe ſich alſo ſehr leicht beſtimmen, was für einen Theil der Elaſticität der äußern atmosphäriſchen Luft die Elaſticität der in der Glocke zurückgebliebenen Materie ausmache.

Smeaton β) hat einen andern Elaſticitätszeiger angegeben, welcher auch dazu dienet, die Elaſticität der verdichteten Luft unter der Glocke unmittelbar anzuzeigen und zu meſſen. Eine unten (fig. 122.) bey f umgebogene Röhre, woran beyde Schenkel vertikal ſind, iſt am kürzern Schenkel bey c zugeſchmolzen. Der längere Schenkel hängt oben bey g mit dem Teller der Luftpumpe zuſammen. In dieſe Röhre bringt man Queckſilber hinein, und zwar ſo, daß ein Theil des Schenkels cf mit Luft angefüllt bleibt. Wenn dieß ſo eingerichtet iſt, daß das Queckſilber in beyden Schenkeln gleich hoch bis an die Horizontalfläche ab ſteht; wenn die Oeffnung g mit der äußern Luft Gemeinſchaft hat; ſo iſt die

α) Mémoire de l'Academ. des ſcienc. de Paris 1734.

β) Philoſophic. tranſact. Vol. XLVII. art. 69.

Elaſticität der in bc eingeſchloſſenen Luft mit der Elaſticität der äußern einerley. Fängt man nun an, die Luft unter der Glocke auszupumpen, ſo tritt das Queckſilber aus dem kürzern Schenkel in den längern hinein, und ſteigt in dem längern deſto höher, je weiter das Auspumpen getrieben wird. Wenn nun nach etlichen Auspumpungen das Queckſilber aus bfa in den Raum de getreten iſt, und man ſetzt die Länge des Theils bfa der Röhre, ſo weit ſie anfänglich mit Queckſilber gefüllt war, $= l$, ſo iſt auch $de = l$; und wenn die Höhen, welche der Elaſticität der Luft in den Raum cfd und unter der Glocke zugehören, mit p und q bezeichnet werden, ſo hat man $q + l = p$ oder $q = p - l$. Die Elaſticität der in cfd eingeſchloſſenen Luft, oder die ihr zugehörige Höhe p findet man aus dem Verhältniß der Räume cb und cbfd. Man ſetze die Barometerhöhe $= h$, die Länge $cb = a$, und $ae = x$, ſo iſt $cbfd = a + l + x - l = a + x$, und es wird $p = \frac{ah}{a+x}$, alſo $q = \frac{ah}{a+x} - l$. Demnach erkennet man die Elaſticität unter der Glocke aus der Höhe, um welche ſich das Queckſilber über die Horizontallinie ab erhebet. Wenn man den Raum unter der Glocke ganz ausleeren könnte, ſo wäre alsdann $q = o$, alſo $(a + x) l = ah$ und $x = \frac{a(h-l)}{l}$. So lang muß demnach wenigſtens das Stück ag der Röhre ſeyn, damit man verſichert ſey, daß das Queckſilber nicht aus der obern Oeffnung g der Röhre austreten, und die Pumpe beſchädigen könne. Auf einer gehörig befeſtigten Tafel hi kann man nun Abtheilungen anbringen, um die Größe he ſogleich zu erkennen; und wenn man es noch bequemer haben wollte, ſo könnte man ſie ſo einrichten, daß ſie gleich das Verhältniß der Elaſticität der unter der Glocke befindlichen Materie zur Elaſticität der äußern Luft unmittelbar anzeigten. Setzt man nämlich $\frac{q}{h} = Z$ und $\frac{l}{h} = n$; ſo iſt $Z = \frac{a}{a+x} - n$,

alſo

alſo $(a+x)(Z+n) = a$, woraus $x = \frac{a(1-(Z+n))}{Z+n}$

$= a\left(\frac{1}{Z+n} - 1\right)$ gefunden wird. Nimmt man nun die Brüche $\frac{1}{10}$, $\frac{1}{100}$, $\frac{2}{100}$ u. ſ. für Z an, berechnet die dazu gehörigen Werthe von x, und nimmt die Höhen a e dieſer Rechnung gemäß an; ſo kann man bey den ſo gefundenen Punkten e dieſelben Brüche nach der Ordnung hinſetzen, da dann der Merkurialzeiger die Elaſticität unter der Glocke unmittelbar angeben wird.

Beyſpiel. Es ſey cb = a = 3 Zoll, die Barometerhöhe h = 27 Zoll; das Queckſilber ſey von a bis e um 4 Zoll geſtiegen, und ſtehe über der untern Queckſilberfläche 6 Zoll hoch; ſo iſt q oder die Elaſticität unter der Glocke $= \frac{3 \cdot 27}{3+4} - 6 = 5\frac{4}{7}$ Zoll Queckſilberhöhe.

In der lichtenbergiſchen Ausgabe der erxlebiſchen Anfangsgründe der Naturlehre bey der vorgeſetzten Beſchreibung der ſmeatonſchen Luftpumpe nach **Mairan's** und **Blunts** Verbeſſerungen iſt dieſe beſchriebene Einrichtung wegen der dabey zu verrichtenden beſchwerlichen Rechnung wieder abgeändert, und mit einem gewöhnlichen hawksbeeſchen Merkurialzeiger zum Maße der verminderten Elaſticitäten vertauſcht werden. Der einzige Unterſchied, welcher hierbey Statt findet, iſt dieſer, daß die Barometerröhre nicht, wie bey der hawksbeeſchen Einrichtung, unmittelbar in die Röhre, welche mit dem Teller verbunden, eingelaſſen iſt, ſondern erſt in eine meſſingene Büchſe geht. In dem Deckel dieſer Büchſe iſt dann erſt eine krumme Röhre befeſtiget, welche mit dem zur Glocke führenden Canale Gemeinſchaft hat. Die Abſicht dieſer ganzen Einrichtung iſt, zu verhindern, daß das Queckſilber nicht in die Maſchine ſpritzen könne, wenn etwa ja durch irgend ein Verſehen ein Mahl zu der Zeit, da eben Queckſilber in der torricelliſchen Röhre iſt, die äußere Luft von unten zudränge, ſondern daß es ſich vielmehr auf

dieſe Weiſe in der deßhalb mit einem Kitt überzogenen Büchſe ſammele, und aus ſelbiger wieder in das Gefäß herablaufe. Um den Grad der Verdichtung zu meſſen, iſt eine kleine gläſerne horizontale Röhre angebracht, welche an dem einen Ende zugeſchmolzen, mit dem andern offenen aber in Verbindung mit dem Canale iſt, durch welchen die Luft unter die Glocke geht. In dieſem Canale iſt die Luft eben ſo verdichtet, wie unter der Glocke ſelbſt. Um den Grad der Verdichtung zu meſſen, läßt man einen Tropfen Queckſilber in dieſes Röhrchen, aber nicht allzu nahe an das zugeſchmolzene Ende laufen. Hat man nun die Entfernung des Tropfens vom zugeſchmolzenen Ende im natürlichen Zuſtande der Luft gemeſſen, ſo kann man aus der Abnahme dieſer Diſtanz beym Verdichten den Grad der Verdichtung nach dem mariottiſchen Geſetze finden. Dieſe Meſſungen ohne alle Umſtände anzuſtellen, liegt das Röhrchen auf einer elfenbeinernen Skale.

Alle dieſe angegebene Vorrichtungen zeigen nur die abſolute Elaſticität der unter der Glocke befindlichen Materie an. Sie würden auch dienen, die Dichtigkeit zu beſtimmen, wenn man nur davon überzeuget ſeyn könnte, daß bey der ganzen Arbeit der Luftpumpe die ſpecifiſche Elaſticität der unter der Glocke befindlichen Materie ein und die nämliche bliebe. Dieß ließe ſich etwa noch bey der Verdichtung der Luft unter der Glocke annehmen; allein bey der Verdünnung derſelben findet es in keinem Fall Statt. Denn beym Evakuiren entſtehen aus dem Körper der Luftpumpe elaſtiſche Dämpfe, welche die Stelle der Luft vertreten, und auf die Elaſticitätszeiger mitwirken. Aus dieſem Grunde hat ſelbſt **Smeaton** ein Inſtrument unter dem Nahmen Birnprobe angegeben, um hiermit den Grad der Verdünnung und der Verdichtung der Luft zu meſſen. M. ſ. **Birnprobe.**

Vormahls war man der Meinung, daß die Elaſticitätszeiger zugleich die Verdünnung der Luft unter der Glocke angäben. Allein Herr Hofrath **Lichtenberg** bemerkte zuerſt, daß dieſe keine Dichtigkeitszeiger ſeyn könnten, wegen der ſich erzeugenden Dämpfe, die auf das Barometer wirkten. Und eben

eben daher entſtehet der oft ſehr große Unterſchied zwiſchen der Verdünnung, die man aus dem Barometer, und der, die man aus der Birnprobe geſchloſſen hat. Herr **Lichtenberg** bemerkt aber dabey noch ganz richtig, daß vielleicht der Unterſchied der Rechnungen hier zum Theil entweder daher rühren könne, daß das mariottiſche Geſetz auf große Verdichtungen der Luft nicht mehr anwendbar ſey, oder daß die Birnprobe ſelbſt, ſo richtig auch das Principium ſeyn mag, worauf ſich ihr Gebrauch gründet, nach ihrer gegenwärtigen Einrichtung noch Mängeln unterworfen ſey, die ſich nicht ſo leicht ſchätzen laſſen. Dieſe Mängel hat auch wirklich **Brook** entdecket; der Herr Prof. **Schmidt** in Gießen aber auch Mittel angegeben, dieſe ſo viel als möglich zu vermeiden. **M. ſ. Birnprobe.**

Elaſtiſch (elaſticum, élaſtique) nennt man einen Körper, welcher durch eine äußere auf ihn wirkende Kraft in eine andere Geſtalt gebracht werden kann, nach Nachlaſſung dieſer Kraft aber ſich von ſelbſt wieder in ſeine vorige Geſtalt verſetzt, ſo daß er alſo nach vorheriger Ausdehnung wieder in den vorigen engen, oder nach Zuſammendruckung in den weitern Raum zurückgehet.

Eigentlich ſind alle Körper elaſtiſch, die Elaſticität mag attraktiv oder expanſiv ſeyn. Gewöhnlich pflegt man aber doch vorzüglich diejenigen Körper elaſtiſch zu nennen, welche einen ſehr merklichen Grad von Elaſticität zeigen. Unter den feſten Körpern rechnet man dahin Elfenbein, Glas, Schwämme, friſche Zweige von Holz und Pflanzen, Haare, Baumwolle, Federn, das elaſtiſche Harz, Leder und Häute, Metallſaiten, u. d. g. Unter den flüſſigen Körpern die Luftarten und die Dämpfe.

Elektricität (electricitas, électricité) heißt derjenige Zuſtand eines Körpers, worin er leichte Körper anfänglich anzieht, nachher wieder zurückſtößt, wenn ſie ihm hinlänglich genähert werden, mit einigen ihm nahe gebrachten Körpern, z. B. mit dem Knöchel oder der Spitze des Fingers einen ſtechenden und kniſternden Funken gibt, einen gewiſſen

ſüßlichen

ſüßlichen Geruch, der nach Urinphosphor riecht, um ſich her verbreitet, gewiſſen andern Körpern ebenfalls die Eigenſchaft mittheilet, eben dieſe Wirkungen hervorzubringen und dergleichen bald anzuführende Erſcheinungen mehr. Oftmahls verſteht man auch unter dem Worte Elektricität nicht allein dieſen beſchriebenen Zuſtand des Körpers, ſondern die Urſache ſelbſt, welche dieſe Wirkung hervorbringt. In dieſer Bedeutung ſoll aber hier die Elektricität nicht genommen werden. Da wir noch bis jetzt von der Urſache der Elektricität wenig oder nichts wiſſen, ſo wird es vor allen Dingen nothwendig ſeyn, zuerſt die Erſcheinungen der Elektricität anzuführen, um daraus vielleicht Muthmaßungen auf die Urſache derſelben aufzufinden.

Wenn eine ganz trockene Glasröhre mit einem wollenen Lappen oder mit der trockenen Hand gerieben wird, und man nähert ſich alsdann mit ſelbiger zarten Körpern, als Sägeſpänen, Schnupftaback, Bärlappſamen, kleinen Stückchen Papier, Goldblättchen, Eiſenfeil u. d. g. ſo werden dieſe von der Glasröhre angezogen, nachher aber wieder zurückgeſtoßen. Eben dieſe Erfolge zeigen ſich noch bey verſchiedenen andern auf dieſe Art geriebenen Körpern, als z. B. bey einer Stange Siegellack, bey einer Stange Schwefel, beym Bernſtein, beym Pech u. ſ. w. Iſt die Glasröhre hinlänglich groß, und genugſam gerieben worden, ſo gibt ſie nahe am Geſicht langſam bewegt demſelben eine Empfindung, als wenn es mit Spinnweben überzogen würde, und dabey ſteigen die Haare empor, und werden von der Röhre angezogen, und ſodann wieder abgeſtoßen. Alle dieſe Erſcheinungen werden noch viel auffallender, wenn eine Glasſcheibe oder auch ein Glascylinder vermittelſt einer mechaniſchen Anordnung in einen ſchnellen Umlauf gebracht, und an einem trockenen weichen Körper als Flanell, Goldpapier, Taffet, Leder u. d. g. gerieben werden kann. Man empfindet alsdann einen Geruch, der dem Urinphosphor ähnlich iſt, und wenn die Spitze des Fingers oder ein Knöchel nahe genug an die Glasſcheibe oder dem Glascylinder gebracht wird, ſo bricht im Finger ein

ſtechender und kniſternder Funke hervor. Diejenigen Körper, welche in einen ſolchen Zuſtand ſind verſetzet worden, daß ſie alle dieſe Erſcheinungen geben, nennt man **elektriſiret**, und die erzählten Erſcheinungen ſelbſt **elektriſche Phänomene.**

Wenn ein hinlänglich ſtarker metallener Draht, welcher an dem Ende nicht zu ſpitz, ſondern gehörig abgerundet iſt, und auf einem gläſernen Fußgeſtelle ſich befindet, oder auch an ſeidenen Fäden aufgehängt iſt, an eine genugſam elektriſirte Glasſcheibe oder an einen Glascylinder nahe genug gebracht wird, ſo entſtehet ebenfalls wie bey dem Finger ein kniſternder Funke, und der Draht zeigt alle elektriſche Erſcheinungen oder iſt elektriſiret. Setzt man aber an die Stelle eines Drahtes eine ſeidene Schnur, oder einen andern Glascylinder, oder eine Stange Siegellack, oder eine Stange Schwefel u. d. g., ſo wird ſich keine Spur von Elektricität zeigen, wenn gleich die Scheibe oder der Glascylinder elektriſiret iſt.

Wenn noch vor dem Reiben einer Glasſcheibe oder eines Glascylinders ein metallener Draht unmittelbar in die Nähe gebracht, oder auch damit verbunden, und der Draht entweder mit dem Boden unmittelbar, oder vermittelſt anderer Körper z. B. Perſonen, die ihn in der Hand halten, mit demſelben in Berührung iſt, ſo wird der Draht gar keine elektriſche Erſcheinungen mehr geben, wenn die Glasſcheibe oder der Glascylinder durchs Reiben elektriſiret wird. Auch wenn eine metallene Röhre eben ſo wie eine gläſerne mit Flanell oder mit der trockenen Hand gerieben wird, ſo zeiget dieſe keine elektriſche Eigenſchaften wie die gläſerne Röhre.

Dieſen Erfahrungen gemäß gibt es alſo Körper, welche die Elektricität von elektriſirten Körpern, die in ihrer Nähe ſind oder ſie berühren, annehmen, und durch die Mittheilung elektriſiret werden. Es muß aber dieſe mitgetheilte Elektricität

citát von der urſprünglichen, welche durch das Reiben oder auf andere Art unmittelbar entſtehet, unterſchieden werden. Ferner gibt es aber auch Körper, welche in der Nähe oder bey der Berührung elektriſirter Körper nicht merklich elektriſiret werden, wie z. B. eine ſeidene Schnur, Siegellack, Pech u. ſ. die erſten Körper, welche die Elektricität eines elektriſirten Körpers in der Nähe oder bey der Berührung leicht und durch ihr Ganzes aufnehmen, heißen **Leiter der Elektricität**; die andern Körper aber, welche die Elektricität nicht merklich aufnehmen, **Nichtleiter der Elektricität**. Weil ſolcher Geſtalt diejenigen Körper, welche durch die Mittheilung elektriſirter Körper elektriſiret werden, und auf dieſe Art ſelbige fortpflanzen, nach der gewöhnlichen Art durchs Reiben aber keine merkliche Elektricität zeigen, ſo hat man ſie **unelektriſche Körper** genannt, da man im Gegentheil diejenigen, welche durch Reiben elektriſiret werden, **elektriſche Körper** nennet.

Dieſe Eintheilung der Körper in elektriſche und unelektriſche iſt eigentlich an und für ſich nicht richtig; denn es gibt Mittel, diejenigen Körper, welche man ſonſt unelektriſche nennt, durchs Reiben zu elektriſiren, wenn ihnen nur die dadurch entſtandene Elektricität durch angrenzende Körper nicht entzogen werden kann. Auch hat man jetzt Elektriſirmaſchinen von Metall. M. ſ. **Elektriſirmaſchinen**. Ueberhaupt lehret die Erfahrung, daß es weder einen ganz vollkommen elektriſchen noch einen ganz vollkommen unelektriſchen Körper gibt, ſondern alle vielmehr etwas von der Eigenſchaft beſitzen, mehr oder weniger elektriſiret zu werden. Es gibt auch Körper, welche ſich bald als Leiter, bald als Nichtleiter verhalten, ohne daß in ihnen eine Veränderung vorgienge; dergleichen Körper nennt Herr **Volta Halbleiter**, wie z. B. trockenes Holz, trockener Marmor u. d. g. Auch kann ein Körper, welcher unter gewiſſen Umſtänden ein Leiter iſt, unter andern Umſtänden ein Nichtleiter werden. So ſind z. B. kochendes Pech, ſiedende Oele, glühendes Glas u. ſ. Leiter, welche bey der gewöhnlichen

Tempera-

Temperatur unſerer Atmosphäre ſonſt Nichtleiter ſind. Eben ſo wird die Luft, welche ſonſt bey der gewöhnlichen Dichtigkeit des Dunſtkreiſes im trockenen Zuſtande ein Nichtleiter iſt, bey abnehmender Dichtigkeit und auch im feuchten Zuſtande mehr leitend. Indeſſen hat es doch ſeine Richtigkeit, daß verſchiedene Körper durchs Reiben weit geſchwinder, leichter und merklicher eine Elektricität zeigen, welche ſie nicht ſo leicht fortleiten, und ſelbſt an den Stellen, welche nicht gerieben werden, nicht ſo geſchwind verbreiten, als in verſchiedenen andern Körpern; und in dieſer Rückſicht kann man auch jene Körper als **Nichtleiter**, und dieſe als **Leiter** betrachten, um ſie gehörig von einander zu unterſcheiden. M. ſ. **elektriſche Körper, Leiter.**

Alle flüſſige Körper, Oel und Luft ausgenommen, ſind gute Leiter. Daher verwandeln ſich alle Nichtleiter in Leiter, wenn ſie naß werden. Daraus erkläret es ſich, daß die elektriſchen Verſuche in einem feuchten Zimmer ſchlecht oder gar nicht von Statten gehen, weil ein jeder elektriſirter Körper ſeine Elektricität bald an die feuchte Luft, welche ihn umgibt, abſetzt. Die feuchte Erde iſt ein ſehr guter Leiter, und man iſt daher vermögend, durch eine leitende Verbindung mit derſelben, oder mit einem fließenden Waſſer, das mit der ganzen Waſſermaſſe der Erdkugel in Verbindung ſtehet, die allerſtärkſten Elektricitäten abzuleiten.

Von einem Körper, welcher allenthalben mit lauter Nichtleitern umgeben iſt, ſagt man, daß er **iſolirt** ſey. Weil die trockene Luft unter die Nichtleiter gehöret, ſo iſt ein Körper, welcher auf einem gläſernen Fußgeſtelle ſteht, an einer ſeidenen Schnur hängt, auf trockenem Holze ruhet, auf Pech, Schwefel, Siegellack u. ſ. geſtellet wird, iſoliret. Ein ſolcher Körper kann nun ſeine Elektricität andern Körpern, wenn ſie genugſam davon entfernet ſind, nicht mittheilen, weil er alsdann mit lauter Nichtleitern umgeben iſt, die ſie nicht abführen können.

Die elektriſchen Körper, in welchen die Elektricität vermittelſt des Reibens entwickelt wird, vertheilen dieſelbe nicht

ſogleich in der ganzen Maſſe, wie Leiter, und heißen daher auch **urſprünglich elektriſche Körper, idioelektriſche Körper** (corpora idioelectrica). So bald ein ſolcher elektriſcher Körper elektriſiret worden, ſo verliert er ſeine Elektricität nur durch eine wiederhohlte Berührung mit einem Leiter, und die Stelle der Berührung allein iſt dem Verluſt der Elektricität ausgeſetzet. Wird ein elektriſirter iſolirter Leiter einem Nichtleiter nahe oder mit ihm in Berührung gebracht, ſo entzieht dieſer dem iſolirten Leiter wenig oder gar keine Elektricität; ſoll jedoch die Elektricität des elektriſirten iſolirten Leiters dem Nichtleiter mitgetheilet werden, ſo muß dieſer mit jenem an mehreren Stellen in Berührung kommen, und deſſen ungeachtet wird keine ſtarke Elektricität an ſelbigen bemerkt. Wenn im Gegentheil ein iſolirter Leiter in die Nähe eines urſprünglich elektriſirten Nichtleiters oder mit ſelbigem in Berührung gebracht wird, ſo nimmt der iſolirte Leiter die Elektricität auf, und vertheilet ſie in einem Augenblicke in der ganzen Oberfläche deſſelben, und wird dadurch ebenfalls elektriſiret. Es theilet alſo der urſprünglich elektriſche Körper dem iſolirten Leiter die elektriſche Kraft mit, und heißt daher auch **ſymperielektriſcher Körper** (corpus ſymperielectricum).

Entgegengeſetzte Elektricitäten.

Wenn diejenige Perſon, welche die Glasröhre reibet, iſoliret iſt, oder wenn ſie auf einem Pechkuchen, einem Stuhle mit gläſernen Füßen, oder einem andern guten elektriſchen Körper ſteht, ſo daß die Verbindung zwiſchen ihrem Körper und der Erde durch dieſen elektriſchen Körper abgeſchnitten iſt; ſo wird ſie eben ſo wohl als die Glasröhre elektriſiret werden, und zeigt daher alle elektriſche Phänomene, wie die Glasröhre ſelbſt. Nur findet zwiſchen den Elektricitäten der Glasröhre und der Perſon, welche ſie reibet, der merkwürdige Unterſchied Statt, daß dasjenige, was die Röhre anzieht, in eben dem Zuſtande vom Reibzeuge zurückgeſtoßen wird.

Wenn

Wenn ein iſolirter leichter Körper, z. B. ein kleines Stück Kork, welches an einem ſeidenen Faden hängt, von der Röhre angezogen und wieder zurückgeſtoßen worden iſt, ſo wird dieſer Körper, woſern ihn beym Zurückſtoßen keine leitende Subſtanz berühret, nicht wieder von der Röhre angezogen. Nähert man aber den Körper in dieſem Zuſtande dem Reibezeuge, ſo wird er von dieſem ſehr ſtark angezogen. Bald darauf wird er aber von dieſem wieder zurückgeſtoßen, und in dieſem Zuſtande wieder von der Glasröhre angezogen, und ſo wird er wechſelsweiſe vom Reibzeuge und dem Glascylinder angezogen und abgeſtoßen. Wenn ferner zwey oder mehrere leichte iſolirte Körper, als z. B. mehrere Stückchen Kork an ſeidene Faden aufgehängt ſind, und von der elektriſirten Glasröhre angezogen und wieder abgeſtoßen werden, ſo ſtoßen ſie ſich alsdann ſelbſt unter einander zurück. Auch wenn dieſe Stückchen Kork vom Reibzeuge angezogen und dann wieder zurückgeſtoßen worden, ſo ſtoßen ſie ſich ſelbſt unter einander zurück. Dieß Merkmahl der Elektricität behalten beyde, wenn ſie gut iſoliret ſind, eine ziemliche Zeitlang. Werden hingegen ein oder mehrere Stückchen Kork, welche die Glasröhre zurückgeſtoßen hat, gegen ein oder mehrere Stückchen, welche das Reibzeug berühret hat, gebracht, ſo ziehen ſie ſich einander an, und verlieren ihre Elektricität, auch bis auf das geringſte Merkmahl. Es hat alſo ganz das Anſehen, als ob es zwey elektriſche Materien gäbe, welche einander entgegengeſetzet ſind, ſo daß die Kraft der einen die Kraft der andern vermindere und umgekehrt, ſo wie von zwey entgegengeſetzten Größen eine die andere vermindert. Aus dieſen Erſcheinungen erhält man alſo den Satz: **gleichartige Elektricitäten ſtoßen einander ab, entgegengeſetzte aber ziehen einander an.** Bezeichnet man nun die eine Elektricität mit + E und die ihr entgegengeſetzte durch — E, ſo laſſen ſich dieſe Erſcheinungen ſehr bequem, ohne viel Worte zu machen, ausdrukken. Es zieht nämlich die Glasröhre das Stückchen Kork an, theilt ihm das + E mit, und ſtößt es darauf zurück,

weil beyde nun + E haben. Das Reibzeug zieht das andere Stückchen Kork an, theilt ihm — E mit, und ſtößt es darauf zurück, weil beyde — E haben. Eben ſo ſtoßen ſich mehrere Stückchen Kork, welche + E erhalten haben, gegen einander ab, ſo wie auch diejenigen, welche — E erhalten haben. Ein Stückchen Kork mit + E und eins mit — E ziehen ſich an, und verlieren in dem Augenblicke alle beyde ihre Elektricität, weil + E — E = o iſt. Die Urſache von dieſen entgegengeſetzten Arten der Elektricität mag nun liegen, worin ſie will, ſo ſind wir doch aus dieſen Verſuchen bis auf weitere Prüfung berechtiget, zweyerley Arten von elektriſchen Materien anzunehmen, und vor allen Dingen die daraus entſtehenden Wirkungen zu betrachten.

Wenn man ſtatt der Glasröhre eine Stange Siegellack oder einen Harzkuchen mit der Hand, oder noch beſſer mit Katzen- oder Haſenfell reibt, und ſelbige dadurch elektriſiret, ſo erhält das Siegellack, Harz u. ſ. — E, und das Reibzeug, wenn es iſoliret iſt, + E. Denn wird einem Korkkügelchen die Elektricität des Siegellacks gegeben, und nachher einer geriebenen Glasröhre, welche dadurch + E erhalten hat, genähert, ſo zieht dieſe jenes ſchnell an; wird im Gegentheil dem Korkkügelchen die Elektricität des iſolirten Reibzeuges der Siegellackſtange gegeben, ſo ſtößt die elektriſirte Glasröhre ſelbiges ſogleich ab. Schon **du Fay** [α]) hat dieſe beyden verſchiedenen Arten der Elektricität bemerket, und gab der des Glaſes den Nahmen **Glaselektricität**, der des Siegellacks oder eines jeden andern Harzes den Nahmen **Harzelektricität**. **Franklin** glaubte, es gäbe nur eine elektriſche Materie, und ſetzte den Unterſchied der elektriſchen Erſcheinungen in die **Plus- und Minuselektricität** oder in die **poſitive** und **negative**, wofür Herr **Lichtenberg** [β]) die bequemen Bezeichnungen + E und — E geſetzet hat.

Weil

α) Mémoire de l'Acad. de ſcienc. de Paris 1733.

β) Commentat. ſuper noua methodo etc. in commentat. ſocietat. Goetting. Claſſ. mathem. T. I.

Weil die Erfahrung lehret, daß unter gewiſſen Umſtänden, welche oft zufällig ſind, ein elektriſcher Körper bald mehr bald weniger, ein iſolirter Leiter bald mehr bald weniger elektriſiret werden kann, ja ſelbſt ein elektriſcher Körper in einen Leiter und ein Leiter in einen elektriſchen Körper ſich umwandelt, ſo hat es gewiſſer Maßen ſeine Schwierigkeit, im voraus zu beſtimmen, was für eine Elektricität erfolgen werde, wenn ein Körper mit einem andern gerieben wird. Vermöge verſchiedentlich angeſtellter Verſuche ſcheint ſich dieſe Regel zu beſtätigen, daß die am meiſten elektriſche Materie durch das Aneinanderreiben zweyer Materien + E, die mehr leitende aber — E erhält. Sind alle beyde Materien, welche ſich an einander reiben, gleich elektriſch, ſo erhält gemeiniglich diejenige + E, welche am mehreſten gerieben, die andere aber, welche am wenigſten gerieben wird — E. Vorzüglich leidet dieſe Regel Ausnahmen, wenn die Oberflächen der Körper mehr rauh oder mehr glatt, mehr trocken oder mehr feucht ſind. Allezeit aber zeigt das Reibzeug, wenn es iſoliret iſt, die entgegengeſetzte Elektricität von derjenigen, welche der geriebene elektriſche Körper erhalten hat. Verſchiedene angeſtellte Verſuche haben gelehret, daß glattes Glas + E erhält, wenn es mit nicht iſolirten, und mit iſolirten Leitern gerieben wird; im Gegentheil — E, wenn es mit Katzenfell gerieben wird. Rauhes Glas oder auch matt geſchliffenes Glas erhält durch Reibung mit Wachstaffet, Metallen, Schwefel und Seide + E; durch Reibung mit Papier, mit der Hand, mit Siegellack, mit wollenen Tüchern und mit polirtem Glaſe aber — E. Alle Harze bekommen + E, wenn ſie mit Metallblättchen, Schwefel und mattgeſchliffenem Glaſe gerieben werden; aber — E, wenn ſie mit polirtem Glaſe, Papier, weichen Fellen und wollenen Tüchern gerieben werden. Haſenfell erhält mit der Hand, mit Papier, mit Tuch, mit Seide, mit Metallblättchen gerieben + E. Weiße Seide an Tuch, Metall gerieben, bekömmt + E; ſchwarze Seide an der Hand, Papier und weichen Fellen gerieben — E; Schwefel erhält + E,

wenn er an Metall gerieben wird; hingegen — E, wenn er mit Holz, mit mattgeſchliffenem Glaſe, mit Siegellack, mit Papier und mit der Hand gerieben wird. Metalle an Harzen gerieben bekommen + E; am polirten Glaſe hingegen gerieben — E. Weil alſo das Glas und die Harze unter verſchiedenen Umſtänden bald + E bald — E erhalten können, ſo kann auch die Eintheilung der Glas- und Harzelektricität des **du Fay** nicht wohl verſtattet werden. Mit dergleichen Verſuchen haben ſich vorzüglich **Symmer** [α]), **Cigna** [β]), **Beccaria** [γ]), **Wilſon** [δ]), **Wilke** [ε]), **Bergmann** [ζ]), **Aepinus** [η]) beſchäftiget.

Ueber die durchs Reiben erregte Elektricität ſeidener Bänder und Strümpfe haben **Symmer** und **Cigna** ſehr merkwürdige Verſuche angeſtellt. Alle ſeidene wohl ausgetrocknete und erwärmte Bänder, welche man in der Luft zwiſchen zwey Leitern reibt, erhalten — E. Auch bekommen ſie wiewohl in einem geringern Grade — E, wenn ſie von jemand gehalten, von jemand anderem aber nur auf der einen Seite gerieben werden. Seidene Bänder auf Eiſen gelegt, und mit Eiſen gerieben, bekommen — E. Ein weißes ſeidenes Band in der Luft mit Goldpapier gerieben erhält + E. Seidene Bänder zwiſchen zwey elektriſchen Körpern, welche durch Reiben negativ elektriſiret werden, erhalten + E. Weiße Bänder zwiſchen Glas und einem Leiter ganz ſchwach gerieben bekommen + E, ſtark gerieben aber — E. Zwey weiße ſeidene Bänder auf glattem Holze oder Siegellack mit Elfenbein, Glas oder Meſſing gerieben, werden, wenn man ſie aufhebt, das obere — E und das untere + E erhalten haben. Auf Glas oder Meſſing gelegt, und mit Siegellack gerieben, wird das obere + E, das untere — E. Auf Glas gelegt,

α) Philoſoph. transact. Vol. LI. P. I. n. 36.
β) Miſcellan. ſocietat. Taurinenſ. an. 1765. p. 31 u. f.
γ) Dell' Electriciſmo artificiale. 1753. 4.
δ) Philoſoph. Transact. 1760. Vol. LI.
ε) De electricitatibus contrariis. Roſt. 1757. 4.
ζ) Schwediſche Abhandlungen. Band XXV. S. 344.
η) Tentamen theoret. electricitatis. Petropolit. 1750. 4.

gelegt, und mit Elſenbein, Eiſen oder Metall gerieben, erhalten beyde — E. Auf Siegellack oder Schwefel gelegt, und mit Siegellack, Schwefel oder einem ſchwarzen ſeidenen Strumpf gerieben, erhalten beyde + E. Hierbey ſcheint jedes Band die entgegengeſetzte Elektricität von der Fläche, die es berühret hat, zu erhalten. Ein ſchwarzes ſeidenes Band und ein weißes zwiſchen den Fingern gerieben, bekömmt jenes — E und dieſes + E. Es ſcheint hier nicht ſo wohl auf die Farbe, ſondern mehr auf die färbende Materie anzukommen. Denn weiße Bänder in Gallapfeltinktur gekocht und wieder getrocknet und gewärmet verhalten ſich hierbey völlig wie ſchwarze.

Beſonders unterhaltend ſind die Verſuche, welche **Symmer** mit ſchwarzen und weißen ſeidenen Strümpfen angeſtellt hat. Wenn man nämlich bey trockenem kalten Wetter einen weißen und einen ſchwarzen ſeidenen Strumpf übereinander anziehet, und einige Stunden lang träget, und man zieht nun beyde Strümpfe zuſammen aus, faßt den äußern beym untern, und den innern beym obern Ende an, und zieht ſie ſo aus einander, ſo erhält der weiße + E, der ſchwarze — E. Hält man beyde Strümpfe in einiger Entfernung von einander, ſo blaſen ſie ſich dergeſtalt auf, daß ſie die ganze Geſtalt des Fußes zeigen. Zwey weiße geriebene Strümpfe ſtoßen einander ab, auch zwey ſchwarze. Ein weißer und ſchwarzer aber ziehen ſich an. Wenn man beyde Strümpfe näher an einander bringt, ſo fahren ſie mit Gewalt an einander. Während ihrer Annäherung verſchwindet das Aufblaſen, und wenn ſie zuſammen kommen, liegen ſie platt und dicht an einander.

Bey alle dem iſt es bey dieſen kurzen angegebenen Regeln wegen oftmahliger zufälliger Umſtände gewiß nicht leicht, anzugeben, was für eine Art von Elektricität erfolgen werde, wenn zwey beſtimmte Körper an einander gerieben werden. Selbſt der Satz, daß das Reibzeug die entgegengeſetzte Elektricität von der durchs Reiben entſtehenden Elektricität des elektriſchen Körpers erhalte, ſcheint Ausnahmen zu leiden.

Wenn Federkiele an einander gerieben werden; ſo erhalten ſie oft beyde + E. Auch ſoll, wenn eine Siegellackſtange zerbrochen wird, das eine der gebrochenen Enden + E, das andere — E erhalten. Allein Herr **Lichtenberg** hat immer gefunden, daß das eine ſtark — E, das andere ſchwach — E, oder faſt keine Elektricität zeigte, welches wohl daher rühren mag, daß die Stange durch das Auswickeln aus dem Papier und Anfaſſen mit der Hand — E hatte, welches durchs Zerbrechen nicht ganz zerſtöret werden konnte.

Aus allen dieſen verſchiedenen Verſuchen hat man Tabellen verfertiget, woraus ſich leicht erkennen läßt, was für eine Art von Elektricität gegebene Körper liefern, wenn ſie an andern beſtimmten Körpern ſind gerieben worden. Solche Tafeln haben **Cavallo** α), **Lichtenberg** β) und **Donndorf** γ) mitgetheilet.

Dieſe beyden Arten von Elektricitäten laſſen ſich übrigens durch Hülfe der Elektrometer ſehr leicht erkennen. M. ſ. **Elektrometer.**

Vorzüglich unterſcheiden ſich beyde Arten von Elektricitäten ſehr deutlich durch die Erſcheinungen ihres Lichtes. Wenn ein zugeſpitzter Leiter einem + E elektriſirten Körper mit der Spitze genähert wird, ſo hört man ein Geräuſch, und nimmt im Dunkeln an der Spitze ein leuchtendes kugelförmiges Sternchen wahr; nähert man aber die Spitze einem — E elektriſirten Körper, ſo entſtehet ebenfalls ein Geräuſch, und im Dunkeln zeigt ſich ein Feuerpinſel, deſſen Strahlen an der Spitze aus einander fahren. Wenn man ferner einem nicht elektriſirten Leiter einen andern + E elektriſirten leitenden Körper mit ſeiner Spitze nähert, ſo entſtehet ebenfalls ein Geräuſch, und man ſieht im Dunkeln einen Feuerpinſel. Hat im Gegentheil der zugeſpitzte leitende Körper — E, und wird mit der Spitze einem nicht elektriſirten leitenden Körper genähert,

α) Vollſtändige Abhandlung der theoret. und prakt. Lehre von der Elektricität. B. I. Leipz. 1797. S. 21.

β) Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre §. 514. Anmerk.

γ) Lehre von der Elektricität. Erfurth, 1784. 8.

genähert, ſo hört man auch ein Geräuſch, im Dunkeln ſieht man aber an der Spitze einen lebhaften glänzenden Punkt oder Stern. Uebrigens iſt die Richtung der aus den elektriſirten Spitzen der leitenden Körper ausſtrömenden Elektricität abwärts, die Elektricität mag + E oder — E ſeyn.

Auch haben verſchiedene bey einigen Verſuchen einen Unterſchied zwiſchen + E und — E darin finden wollen, daß ſich bey denjenigen elektriſirten Körpern, welche + E haben, ein Ausſtrömen einer Materie, hingegen bey denjenigen, welche — E beſitzen, ein Eindringen dieſer Materie zeige, ſo daß es gleichſam das Anſehen habe, als ob das + E bloß in einem Ueberfluſſe, und das — E in einem Mangel dieſer Materie beſtände. In der Folge werde ich hierauf wieder zurückkommen, wenn ich die verſchiedenen Hypotheſen über die Urſache der Elektricität anführen werde.

Wenn man elektriſchen Scheiben, als Harzſcheiben, durch darauf geſetzte metalliſche oder andere elektriſirte leitende Körper Elektricität mittheilet, und ſodann die nicht leitende elektriſirte Oberfläche der elektriſchen Scheiben mit Harzſtaube, z. B. mit Colophonium, oder auch mit Bärlappſamen beſtreuet, ſo bildet dieſer auf ſelbiger gewiſſe Figuren, welche bey aller ihrer Unordnung dennoch eine regelmäßige Geſtalt haben, und theils wie Sterne, theils wie Ringe ohne Strahlen ausſehen, nachdem die mitgetheilte Elektricität entweder + E oder — E iſt. Herr Hofrath **Lichtenberg** hat dieſe Figuren zuerſt entdeckt. Mit mehreren hiervon unter dem Artikel **Elektrophor.**

Mittel, die urſprüngliche Elektricität zu erregen.

Die Mittel, in allen elektriſchen Körpern die urſprüngliche Elektricität zu erregen, ſind vorzüglich das Reiben, bey verſchiedenen Körpern das Schmelzen und Erkalten, Auflöſungen, welche mit Aufbrauſen geſchehen, Ausdünſtungen und das Erwärmen und Abkühlen einiger Körper.

Das Reiben iſt das allgemeinſte Mittel die Elektricität in den elektriſchen Körpern zu erregen. Dieſe Körper mögen

mit andern, von jenen verſchiedenen, elektriſchen Körpern oder mit Leitern gerieben werden, ſo geben ſie allezeit Merkmahle der Elektricität, nur findet hierbey in Anſehung der Stärke der Elektricität ein Unterſchied Statt; elektriſche Körper nämlich mit Leitern gerieben, geben allezeit eine ſtärkere Elektricität, als elektriſche Körper mit elektriſchen gerieben. Das Reiben der elektriſchen Körper geſchiehet entweder durch die Hand oder mittelſt einer mechaniſchen Anordnung, von welcher letztern der Artikel **Elektriſirmaſchinen** ausführliche Nachricht geben wird. Wenn das Reibzeug iſoliret iſt, ſo wird die erregte Elektricität ſehr ſchwach; die ſtärkſten Grade der Elektricität wird man erhalten können, wenn das Reibzeug in einer Verbindung mit der feuchten Erde ſtehet. Dieß iſt auch der Grund, warum man beym etwanigen iſolirten Reibzeuge einer Elektriſirmaſchine daſſelbe mittelſt einer metallenen Kette mit dem Boden in Verbindung bringt.

Durchs Schmelzen wird beym Schwefel, Siegellack, Chokolade, Wachs u. ſ. Elektricität erreget. Wenn Schwefel geſchmolzen in ein Gefäß von gedörrtem Holze gegoſſen wird, ſo bekömmt er — E, und das Holz + E; wird er aber auf Schwefel oder auf matt geſchliffenes Glas gegoſſen, ſo erhält er keine merkliche Elektricität. Geſchmolzener Schwefel, welchen man in eine metallene Schale gießt, und darin abkühlen läßt, zeigt keine Elektricität, ſo lange er in der Schale iſt; nimmt man ihn aber heraus, ſo werden beyde elektriſch. Der Schwefel erhält + E und die Schale — E. Setzt man den Schwefel von neuem in die Schale, ſo verſchwinden alle Merkmahle der Elektricität. Geſchmolzenes Wachs in Glas oder Holz gegoſſen erhält — E, das Glas oder Holz aber + E; aber Siegellack auf Schwefel gegoſſen erhält + E, und läßt dem Schwefel — E. Chokolade geſchmolzen und in zinnernen Pfannen abgekühlet wird ſtark elektriſch; nimmt man ſie von den Pfannen ab, ſo behält ſie dieſe Eigenſchaft eine Zeitlang, verliert ſie aber bald, wenn ſie oft durch die Hände gehet. Schmelzt man ſie alsdann wieder, und gießt ſie, wie vorher, in zinnerne Pfannen, und

läßt

läßt ſie darin erkalten, ſo erhält ſie von neuem die Elektricität. Verliert ſie endlich nach einigen Wiederhohlungen dieſe Eigenſchaften, ſo kann man ihr ſelbige durch Zuſatz von wenigem Baumöl wieder geben. Daß die durchs Schmelzen entſtandene Elektricität eine Folge des Reibens iſt, haben die Herrn **von Marum** und **Paets van Trooſtwyck** [α]) durch Verſuche gefunden. Denn ſo lange die geſchmolzenen Maſſen in den Gefäßen ruhig ſtehen, ſo zeigen ſie nicht die mindeſte Spur von Elektricität, und iſolirte Metallplatten, welche man in dieſem Zuſtande auf ſie hält, werden gar nicht elektriſiret. Erſt das Ausgießen des Geſchmolzenen bringt die Elektricität hervor, wobey alſo unläugbar ein Reiben des Geſchmolzenen an den Wänden der Gefäße Statt findet.

Die Erregung der Elektricität durch Erwärmung und Abkühlung hat man zuerſt an dem halbdurchſichtigen Foſſile, dem **Turmalin**, wahrgenommen, ſ. **Turmalin**. Nachher iſt auch dieſe Eigenſchaft, durch bloße Erwärmung elektriſiret zu werden, an dem braſiliſchen und ſibiriſchen hochgelben Topas, am kryſtalliſirten Galmey und am Boracit wahrgenommen worden. Die Elektricität des Boracits iſt von Herrn **Haüy** [β]) entdecket worden. Dieſer ſtellte ſeine Verſuche mit Würfeln an, wovon 4 Ecken ſo abgeſtumpft waren, daß jede davon herrührende Fläche der nicht abgeſtumpften Ecke gerade gegen über ſtand, und wovon auch die 12 Kanten des Würfels abgeſtumpft waren. In dieſen Kryſtallen des Boracits kann man vier verſchiedene Achſen wahrnehmen, welche eine ähnliche Lage haben, und wovon jede durch eine nicht abgeſtumpfte Ecke des Würfels und durch die Mitte der entgegengeſetzten Abſtumpfungsfläche geht. Die Elektricität äußert ſich in den Richtungen dieſer vier Achſen ſo, daß diejenige von den beyden einerley Axe zugehörigen Ecken, welche abge-

α) Expériences ſur la cauſe de l'éléctricité des ſubſtances fondues et refroidies im Iournal de phyſique. Octob. 1788. p. 148.

β) Ueber die Elektricität des Boracits oder Boraxſpathes aus dem Iournal de phyſ. 1791. p. 323. überſetzt in Grens Journal der Phyſik. B. VII. S. 87.

abgeſtumpft iſt, + E hat, während die gegenüberſtehende nicht abgeſtumpfte Ecke — E zeigt.

In Anſehung der Ausdünſtung, aufbrauſenden Auflöſung u. ſ. f. fand vorzüglich Herr **Volta**, daß die Dämpfe des Waſſers und anderer Flüſſigkeiten, auch das Aufbrauſen mehrerer Körper, Elektricität hervorbrachten. Aus ſeinen Verſuchen ergeben ſich folgende allgemeine Regeln: Flüſſigkeiten, oder überhaupt Körper, werden, wenn man ſie in Dunſt verwandelt, + E erhalten, und laſſen die Körper, mit denen ſie zuvor in Berührung waren, in dem Zuſtande vor — E; verdichtet man hingegen Dämpfe, und bringt ſie wieder in ihre vorige flüſſige Geſtalt, dann bekommen ſie — E, und laſſen diejenigen Körper, mit welchen ſie zuletzt in Berührung waren, in dem Zuſtande von + E.

Mittheilung der Elektricität.

Wenn die Elektricität auf irgend eine Art einem Körper iſt mitgetheilet worden, ſo kann ſie nur durch elektriſche Körper in demſelben erhalten werden, und bleibt in ihm eine längere oder kürzere Zeit, nachdem die elektriſchen Körper die ihn umgeben, mehr oder weniger vollkommen ſind. Eine geriebene Glasröhre z. B. erhält die elektriſche Kraft eine längere oder kürzere Zeit, nachdem ſie allenthalben mit Luft als einem elektriſchen Körper umgeben iſt, die eine geringere oder größere Feuchtigkeit beſitzet. So kann eine geriebene Glasröhre, die man an eine trockene oder vielmehr warme Stelle z. B. nahe bey Feuer gebracht hat, über 20 Stunden elektriſch bleiben. Weil aber die Luft nie ein vollkommen elektriſcher Körper iſt, ſo kann auch die Röhre die in ihr erregte Elektricität nie beſtändig behalten, ſondern ſie theilet ihr unaufhörlich einige Elektricität mit, bis ſie zuletzt die elektriſche Kraft gänzlich verlieret. Bringt man an einen elektriſirten elektriſchen Körper einen Leiter, ſo entſteht ein Funke, und dadurch wird dem elektriſchen Körper ein Theil von ſeiner Elektricität entzogen. Die ganze Elektricität kann er deßwegen nicht verlieren, weil der elektriſche Körper als ein

ein Nichtleiter die Elektricität nicht ganz auf diejenige Stelle ſeiner Oberfläche leiten kann, an welche der Leiter gebracht wird. Wenn daher dem elektriſchen Körper ſeine ganze Elektricität entzogen werden ſoll, ſo muß ſelbiger von einem Leiter mehrere Mahl und zwar an verſchiedenen Stellen berühret werden.

Wie groß der Theil ſey, welchen der leitende Körper dem elektriſirten von der Elektricität bey der Berührung entzieht, das kömmt allein auf die Größe der Fläche der leitenden Subſtanz an. Steht dieſe ſelbſt mit der feuchten Erde in einer leitenden Verbindung, ſo daß dieſe mit dem Leiter gleichſam als Eins zu rechnen iſt, ſo entzieht der Leiter dem elektriſirten Körper ſo viel Elektricität, als er nur kann, und erſchöpft daher die ſtärkſten Grade der Elektricität. Wäre hingegen der Körper, welcher einem andern elektriſirten Körper die Elektricität durch Berührung entziehen will, ein Nichtleiter, ſo wird dieſer dem elektriſirten faſt gar keine oder doch wenige Elektricität und zwar nur an der berührenden Stelle benehmen. Will man alſo einem elektriſchen Körper einige Elektricität mittheilen, ſo muß er verſchiedene Mahl und an verſchiedenen Stellen mit dem elektriſirten Körper berühret werden.

Wenn der Leiter, welcher die Elektricität einem einzigen Körper durch die Berührung zu entziehen ſucht, iſoliret iſt, ſo wird er die ihm dadurch mitgetheilte Elektricität in ſeiner ganzen Oberfläche vertheilen, und nun eben ſo, wie der elektriſche Körper ſelbſt wirken, nur mit dem Unterſchiede, daß, wenn man dem iſolirten Leiter einem andern mit der Erde verbundenen Leiter nähert, er dieſem alle ſeine Elektricität auf ein Mahl mittheilet. Denn die Elektricität des iſolirten Leiters wird durch ſeine eigene Materie auf ein Mahl an diejenige Stelle geleitet, welche von dem andern Leiter berühret wird. Hieraus erhellet alſo, daß überhaupt die von einem elektriſirten Leiter ausgeladene Elektricität weit ſtärker und heftiger ſeyn müſſe, als diejenige, welche ein elektriſcher Körper ausladet.

Wenn aber ein iſolirter Leiter einen andern elektriſirten Leiter berühret, ſo wird dieſer jenem nur einen Theil von ſeiner Elektricität mittheilen, und den andern behalten. Allein die Elektricität wird ſich in dieſem Falle nicht allezeit unter beyde Leiter gleichförmig, noch auch in dem Verhältniſſe ihrer Maſſen vertheilen, ſondern ſich vielmehr nach folgenden Geſetzen richten. Berühren zwey iſolirte Leiter einander, deren Oberflächen gleich und ähnlich ſind, und welche entweder beyde oder nur einer elektriſiret worden, ſo vertheilet ſich die Elektricität unter beyde gleichförmig; ſind ihre Oberflächen gleich, aber unähnlich, wie z. B. ein Quadratfuß Stanniol in regulärer Geſtalt, und ein Quadratfuß davon in Form eines langen Streifs geſchnitten, ſo wird derjenige, deſſen Oberfläche am längſten ausgedehnet iſt, mehr Elektricität als der andere erhalten. So äußert nach Herrn **Cuthberſon** *), ein dünner Kupferdraht, 800 Fuß lang, geladen, beynahe die nämliche Wirkung, als eine geladene Flaſche von einem Quadratfuß belegter Fläche; wenn endlich ihre Oberflächen ungleich und unähnlich ſind, ſo ſieht man durch die Verſuche, daß ſich die Elektricitäten, welche ein jeder erhält, im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Größe ihrer Oberflächen und ihrer Ausdehnungen in die Länge befinden.

Aus alle dieſem erhellet zur Genüge, daß ein Leiter, welchem durch Berührung mit einem elektriſirten Körper Elektricität iſt mitgetheilet worden, dieſelbe auf keine andere Weiſe eine Zeitlang erhalten kann, als wenn er iſolirt, oder allenthalben mit guten Nichtleitern umgeben iſt. Weil nun die trockene Luft ein ſehr guter Nichtleiter iſt, ſo wird auch ein Körper ſchon iſolirt ſeyn, wenn er in ſelbiger auf Pech, Glas, Siegellack u. ſ. ſteht, oder wenn er an ſeidenen Schnüren aufgehangen iſt. Wäre die Luft ein Leiter, ſo würden wir von den elektriſchen Phänomenen wenig oder nichts wiſſen, indem alsdann bey jeder Erregung der Elektricität dieſelbe augenblicklich von der Luft aufgenommen würde. Indeſſen iſt die Luft doch kein vollkommener Nichtleiter, mithin wird auch

*) Abhandlung von der Elektricität rc. Leipzig 1786. 8. S. 203.

auch ein jeder elektriſirter Körper, wenn er auch iſoliret iſt, nach und nach ſeine Elektricität der Luft mittheilen, und zuletzt dieſelbe gänzlich verlieren.

Die Mittheilung der Elektricität kann auch außer der Berührung ſchon in einer gewiſſen Entfernung erfolgen. Bringt man nämlich einem elektriſirten Körper einen andern nicht elektriſirten, und vorzüglich einen Leiter, nahe genug, ſo wird man anfänglich zwiſchen beyden eine gewiſſe Anziehung wahrnehmen, die nach und nach immer ſtärker wird, je näher man den Leiter dem elektriſirten Körper bringt. Zuletzt wird, wenn der Leiter dem elektriſirten Körper bis auf eine gewiſſe beſtimmte Entfernung genähert iſt, und er ſelbſt an dieſer Stelle abgerundet iſt, wie etwa der Knöchel eines Fingers bey einem Menſchen, ein Funke entſtehen, welcher nach der verſchiedenen Stärke der Elektricität mit einem größern oder geringern Knalle oder Kniſtern ſichtbar hervorbricht. Die Entfernung, in welcher dieſer elektriſche Knall aus dem elektriſirten Körper von einem Leiter gleichſam herausgelockt wird, nennt man die **Schlagweite**, und ſie hängt natürlich von der größern oder geringern Elektricität in dem elektriſchen Körper ab. Nach dieſen findet man die Elektricität unter beyde Körper eben ſo vertheilet, als ob ſie ſich berühret hätten. Iſt nun der Körper, welcher den Funken von dem elektriſirten Körper herauszog, ein iſolirter Leiter, ſo vertheilt ſich die Elektricität ſogleich in der ganzen Oberfläche, und er behält die empfangene Elektricität eine Zeitlang; iſt er aber ein nicht iſolirter Leiter, welcher mit der Erde in Verbindung ſteht, ſo wird dadurch die ganze Elektricität zur Erde übergeführet, und weder er noch der elektriſirt geweſene Leiter zeigt nachher nur irgend eine Spur von Elektricität. Iſt der elektriſirte Körper ein Nichtleiter, ſo iſt der Funke nur ſchwach; denn er theilet dem ihn nahe genug kommenden Körper nur die Elektricität an derjenigen Stelle mit, welcher dieſer am nächſten kömmt. Will man alſo einen gewiſſen ſtarken Grad der Elektricität zu Wege bringen, ſo ſieht man hieraus die Nothwendigkeit ein, in iſolirten Leitern Elektricität anzuhäufen, aus

welchen

welchen ſie durch nahe genug gebrachte Leiter ſogleich entladen wird.

Wäre der Leiter mit einer Spitze verſehen, welche dem elektriſirten iſolirten Leiter nahe gebracht wird, ſo geſchieht kein Schlag und kein Funke, ſondern man bemerkt im Dunkeln einen elektriſchen überſtrömenden Büſchel, welcher mit einem Geräuſche verbunden iſt, wenn die Elektricität nicht zu ſchwach iſt. Hierbey iſt zugleich die Entfernung des Ueberganges der Elektricität in dem zugeſpitzten Leiter größer, als in dem abgerundeten, bey welchem allemahl ein Funke und Schlag Statt hat; ja es kann dieſe Entfernung bey einer beträchtlich ſtarken Elektricität ziemlich groß werden. Nähert man ſich mit der ebenen Fläche eines leitenden ebenen Körpers dem elektriſirten Körper, ſo muß man jene demſelben ſchon ſehr nahe bringen, wenn eine Mittheilung der Elektricität Statt finden ſoll, und ſie geſchiehet alsdann doch nur an den Erhabenheiten der ebenen Flächen. So wie die Geſtalt der Leiter auf die leichte Mittheilung der Elektricität und der Entfernung von dem elektriſirten Körper einen ſehr großen Einfluß hat, ſo hat ihn auch die Geſtalt elektriſirter Körper auf das Ausſtrömen der Elektricität. Wenn die elektriſirten Körper mit Spitzen verſehen ſind, ſo ſtrömt die Elektricität aus ſelbigen weit ſchneller und leichter, als wenn ſie allenthalben völlig zugerundet ſind. Es kann daher ein mit Spitzen verſehener iſolirter Körper nur ſo ſtark elektriſiret werden, als derjenige, welcher an ſeiner Oberfläche keine ſolche Erhöhungen hat, indem der mit Spitzen verſehene Körper ſeine empfangene Elektricität ſehr leicht einem andern Körper mittheilet. Wird ein zugeſpitzter iſolirter Leiter elektriſiret, ſo nimmt man das Ausſtrömen der Elektricität aus ſelbigem ſelbſt durchs Gefühl wahr, indem ein Blaſen bemerket wird, welches von der Spitze herkömmt.

Sollen Nichtleiter durch Mittheilung der Elektricität elektriſiret werden, ſo müſſen dieſe verſchiedentlich und an verſchiedenen Stellen Elektricität von den elektriſirten Körpern erhalten, weil ſie ſich nicht auf der ganzen Oberfläche der

Nichtleiter ſogleich vertheilet. Um die Mittheilung der Elektricität der Nichtleiter ſtärker zu machen, und über die ganze Oberfläche zu verbreiten, werden die Flächen der Nichtleiter mit einem leitenden Körper, z. B. mit Goldblättchen, Stanniol, Zinnfolie u. d. g. überzogen.

Wenn unter der Glocke einer Luftpumpe die Luft ſo viel als möglich evakuiret worden, und man läßt einen Feuerbüſchel hineinſtrömen, ſo leitet nun die verdünnte Luft ſehr ſtark, und gibt darin ein ſehr ausgebreitetes Licht, welches im Dunkeln einen hellen Glanz hat. Nimmt man eine Glaskugel, pumpt die Luft aus ſelbiger, und gebraucht ſie nun als elektriſchen Körper, ſo wird ſie im Dunkeln überall mit hellem Lichte erfüllt erſcheinen. Daher zeigt auch eine gläſerne luftleere Röhre gerieben ein Licht, welches dem Wetterleuchten ähnlich iſt. **Hawksbee** hat daher auch das Leuchten der Barometer ſehr richtig als eine elektriſche Erſcheinung erkläret. Wenn nämlich das Queckſilber im Barometer geſchüttelt wird, ſo reibt es ſich an den Wänden desſelben, erregt dadurch Elektricität, und weil der Raum luftleer iſt, ſo entſteht ein ſtarkes Licht. Es gibt luftleere Glasröhren, welche ein wenig Queckſilber faſſen; ſchüttelt man ſelbiges hin und her, ſo entſtehet ein elektriſches Licht, das man im Dunkeln leuchten ſieht. **Hawksbee** und **Johann Bernoulli** [α]) nennen dieß den **Queckſilberphosphor**. Indeſſen lehren doch Verſuche, daß im ganz luftleeren Raume kein elektriſches Licht Statt finde, wie ſchon **Muſſchenbroek** [β]) bemerket hat. Wenn nämlich ein ſehr gutes Barometer nicht leuchtet, und es wird nur eine Luftblaſe in dem torricelliſchen Raume gelaſſen, ſo fängt es zu leuchten an. So bald wie das Barometer durchs Auskochen des Queckſilbers ganz luftleer gemacht worden iſt, ſo hört auch das Leuchten in der torricelliſchen Leere ganz auf. Unter der Glocke einer Luftpumpe iſt es aber unmöglich, alle Luft auszuziehen, und dieſerwegen iſt

α) De mercurio lucente in vacuo. Opp. T. II. n. 112.
β) Eſſai de phyſique. Leid. 1751. 4. p. 640.

iſt das elektriſche Licht unter ſelbiger auch ſehr lebhaft. Herr **Morgan** α) hat folgenden Verſuch angeſtellt, um dadurch zu beweiſen, daß das elektriſche Licht im völlig luftleeren Raume nicht Statt finde: er nahm eine Röhre von 15 Zoll Höhe und ungefähr $\frac{1}{4}$ Zoll in der Dicke; dieſe füllte er mit der Vorſicht mit Queckſilber an, daß die Röhre ſehr warm und inwendig ſehr gerieben war, um alle Feuchtigkeit und Luft, die ſich noch darin befinden könnte, auszutreiben, und daß das Queckſilber ganz kochend hinein geſchüttet, und die Röhre dadurch völlig gefüllet würde, damit nicht das geringſte Luftbläschen darin bliebe. Hierauf ſchloß er die Oeffnung mit dem Daumen, kehrte die Röhre um, und ſetzte ſie in ein ebenfalls mit Queckſilber angefülltes Gefäß. Hierauf brachte er die Röhre unter die Glocke einer Luftpumpe, und ließ dieſe zu arbeiten anfangen. Da nun vermöge des verminderten Drucks der Luft auf die Fläche des im Gefäße befindlichen Queckſilbers das Queckſilber in der Röhre herabfiel, und ſo die wahre torricelliſche Leere hervorbrachte, ſo verband er den Scheitel der mit einer Metallplatte bedeckten Röhre mit der elektriſchen Kette, und fand nicht das geringſte Licht in ſelbiger.

Herr **Candi** β) hingegen beſtreitet überhaupt alle die Verſuche, welche beweiſen ſollen, daß das elektriſche Licht im völlig luftleeren Raume nicht Statt haben könne. In Anſehung des Verſuchs des Herrn **Morgan** bemerket er zuerſt, daß, wenn man auch wirklich inwendig in der Röhre kein elektriſches Licht wahrnimmt, man daraus doch nicht auf eine vollkommene Unzulänglichkeit des leeren Raums in Anſehung der Elektricität ſchließen kann; alles, was man daraus abnehmen könnte, wäre, daß die Bewegung des Fluidums ſo ſchnell iſt, daß ſie dem Auge unbemerkbar bleibt. Aus eben der Urſache ſieht man bisweilen in einer gewiſſen Entfernung vom Punkte einer an der Kette befeſtigten Stange ein leuchtendes Flämmchen, das elektriſche Feuer beweget ſich

da

α) Philoſoph. transact. 1785. p. 272.

β) Mémoir. de l'acad. roy. des ſcienc. à Turin. T. V. Ueber die Elektricität im leeren Raume in Grens Journ. d. Phyſik. B. IV. S. 93 u. f.

da von dem Punkte mit einer ſolchen Geſchwindigkeit, daß es unſicher bleibt, bis es ſich durch den Widerſtand der umgebenden Luft in viele leuchtende Theilchen theilt, die ſich insgeſammt wieder in einem einzigen Punkte vereinigen. Aus wiederhohlten Verſuchen des Herrn **Morgan** ſahe er das elektriſche Feuer im Innern der Röhre leuchten. Hierzu wird zwar eine große Dunkelheit und ein gutes Auge erfordert, ſonſt iſt das Fluidum ſo ſubtil und fein, daß auch der geſchickteſte Beobachter ſich dabey betriegen kann; aber vermittelſt dieſer beyden Bedingungen wird man, wenn man eine Metallſtange am Scheitel der Röhre angeleimt hat, und den Verſuch auf die vorbeſchriebene Art anſtellt, die Bewegung des elektriſchen Lichtes längs der Röhre wahrnehmen, und wenn man die Hand nähert, ſieht man leuchtende Streifen, die Blitzen ſehr ähnlich ſind. Wäre alſo der leere Raum für das elektriſche Licht unzugänglich, wie könnte es ſich in der Röhre ausbreiten? Müßte es ſich nicht vielmehr anhäufen, wie es immer der Fall zu ſeyn pfleget, wenn es in ſeinem Wege auf einen ihm widerſtehenden Körper trifft? Außer andern Verſuchen führt er zum Beweiſe der Statthaftigkeit des elektriſchen Feuers im leeren Raume folgenden an: wenn man aus einer großen Bouteille von Kryſtall die Luft herausziehet, ſie an eine elektriſche Kette bringt, und die Kette ganz darum führet, ſo ſähe man das elektriſche Feuer entſtehen, hin und wieder in der Bouteille ſchweben, und das Bild der ſonderbarſten und hellſten Nordſcheine darſtellen. Außerdem erwähne **de la Metherie**, ein Funke, welcher durch einen leeren Raum von ungefähr zwey Linien von Queckſilber durch einen in weißes Papier eingewickelten Goldfaden gegangen ſey, habe einige Theile in Dünſte aufgelöſet, indem er auf dem Papiere einen purpurfarbigen Streifen angetroffen habe. Dieß letztere Phänomen ſcheine er der wenigen Luft zu zuſchreiben, die bekanntlich in der Glocke der Luftpumpe zurückbleibt; aber in dieſem Falle würden die elektriſchen Erſcheinungen dieſer übrig gebliebenen Menge Luft proportional ſeyn, und folglich würden die Wirkungen in einem leeren Raume von

einer Linie ungefähr 772 Mahl geringer ſeyn, welches doch der Erfahrung widerſpreche.

Bey ſehr vielen Körpern, vorzüglich bey ſolchen, welche leicht entzündet werden können, hat der elektriſche Funke die Kraft des Feuers. So wird z. B. Weingeiſt, beſonders der Aether, brennbare Luft, Schießpulver u. d. g. von einem elektriſchen Funken ſehr leicht entzündet. Ja die Elektricität ſchmelzt Metalle, und verwandelt ſie in Metallkalke (Halbſäuren). Ja man will ſogar nach den neueſten Verſuchen gefunden haben, daß die Metalle im luftleeren Raume und in brennbarer Luft durch die Elektricität verkalkt würden. Sollten ſich dieſe Verſuche, die aber in allen Umſtänden eine äußerſte Genauigkeit erfordern, ſich beſtätigen, ſo würden dadurch ſehr viele von den Antiphlogiſtikern behauptete Sätze ungemein zweifelhaft gemacht.

Sonſt war man der Meinung, daß die Elektricität auf die Vegetation der Pflanzen einen ſehr großen Einfluß habe, und daß durch ihre Wirkung das Keimen des Samens und das Wachsthum der Pflanzen ungemein befördert würden, worüber vorzüglich **Nollet** α) verſchiedene Verſuche angeſtellet hatte. Auch erzählet **Bertholon de St. Lazare** einige Verſuche, welche **le Drü** zu Paris im Jahre 1776 mit der Mimoſa (Mimoſa ſenſitiua Lin.) angeſtellet hatte. Es ſollen nämlich die Blätter dieſer Pflanze, welche ſonſt bey jeder Berührung ſich ſchließen, nicht zuſammengezogen werden, wenn dieſe Berührung mit glatten Stäbchen von Glas, Bernſtein, Siegellack oder auch andern nicht leitenden Materien geſchiehet. Allein alle dieſe Verſuche ſind von verſchiedenen Naturforſchern, und beſonders vom Herrn Dr. **Ingenhouß** β) ungegründet befunden worden. Die vormahlige Behauptung der vorzüglich einwirkenden Kräfte der Elektricität auf das Gedeihen der Pflanzen ſey eine bloße Täuſchung

α) Recherches ſur les cauſes des phénomènes électr. Paris 1749. 4. S. 356.

β) Verſuche mit Pflanzen. 3ter Band. Wien, 1790. 8. 7ter und 8ter Abſchnitt. S. 65. 83.

Täuſchung geweſen, indem das Licht einen nachtheiligen Einfluß auf das Wachsthum der jungen Pflanzen habe. Bey den Verſuchen habe man nämlich die Samenkörner auf den Boden elektriſirter Gefäße geleget, welche bey den Elektriſirmaſchinen im Dunkeln waren; da nun dieſe eher keimten, als diejenigen, welche beſtändig dem Tageslichte oder der Sonne ausgeſetzet waren, ſo ſchrieb man dieß beſſere Fortkommen der Wirkung der Elektricität zu. Allein die Verſuche, welche der Herr Dr. **Ingenhouß** mit aller Genauigkeit angeſtellet hat, beweiſen, daß zwiſchen dem Fortkommen der elektriſirten und der unelektriſirten Pflanzen gar nicht der geringſte Unterſchied Statt finde, wenn beyde Pflanzen in Anſehung des Tageslichtes und der Sonne unter gleichen Umſtänden ſich befinden. Auch die Verſuche von der Mimoſa ſind falſch befunden worden. Die Erfahrung lehrte Herrn Dr. **Ingenhouß**, daß Stäbchen von glattem polirtem Metall eben das thun, was die Stäbchen von nicht leitenden Materien thaten, und daß es bloß darauf ankomme, ob die Berührung mit einer Erſchütterung geſchehe, oder ob ſie ganz ſanft vorüber gehend iſt. Wurden die Blätter dieſer Pflanze an einen iſolirten Leiter gebracht, ſo falteten ſie ſich eben ſo, als wenn man darauf blies, und wenn die Pflanze mit gefaltenen Blättern auf einem iſolirten Geſtelle elektriſiret wurde, ſo entfaltete ſie ſich nicht ſchneller, als wenn ſie unelektriſiret blieb.

Man hat auch ſelbſt gefunden, daß die Wirkungen der Elektricität dem Hedyſarum gyrans mehr nachtheilig als nützlich ſind. Wenn man mit den Blättern dieſer Pflanze, welche eine gewiſſe eigene Bewegung beſitzen, elektriſirte Leiter verbindet, oder ſie damit berühret, ſo nimmt man an ſelbigen gar keine Wirkung der Elektricität wahr, außer daß ſie wie alle andere leichte Körper angezogen und abgeſtoßen werden. Wurde aber ein Blatt mit einer Siegellackſtange berühret, ſo ſank es allgemach nieder, und erhohlte ſich erſt nach einigen Stunden wieder. Wenn einem Blatte verſchiedene fortgeſetzte elektriſche Funken mitgetheilet wurden,

ſo ſank es noch weit ſchneller nieder, und erhohlte ſich den ganzen Tag über nicht. Wiederhohlte man das Ausziehen der Funken einige Tage hinter einander, ſo verlor das ganze Blatt ſeine Beweglichkeit, und blieb nun zuſammengefaltet an dem Stiele hängen. Gegen 14 Tage behielt es zwar in dieſem Zuſtande immer noch ein friſches Anſehen; alsdann aber wurde es gelb, welkte und fiel ab. Bemerkenswürdig iſt es auch noch, daß alle andere Blätter an dieſer Seite hängend wurden, und ſich nun nicht mehr ſo lebhaft wie zuvor bewegten. Auf die kleinen Seitenblättchen dieſer Pflanze, welche eine eigene faſt willkürlich ſcheinende Bewegung zeigen, hatten weder Funken, noch Erſchütterungen noch auch Berührung mit elektriſirten Körpern einige Wirkung. Im Gegentheil wirkte auf ſelbige ein elektriſirter Leiter; welcher mit der ganzen Pflanze in Verbindung war, und auf die großen Blätter gar keine Wirkung zeigte, deſto ſtärker durch ein ſehr lebhaftes Balanciren, welches nach dem Elektriſiren noch eine geraume Zeit fortdauerte [α]).

Ferner behauptete man ſonſt auch, daß, wenn thieriſchen Körpern ein hoher Grad der Elektricität mitgetheilet würde, der Puls weit ſchneller ſchlage, und ihre Ausdünſtung befördert werde. Allein auch dieſe Behauptung wird jetzt ſehr bezweifelt. Die mehrmahls hierüber angeſtellten Verſuche mit der großen Elektriſirmaſchine in dem teyleriſchen Muſeum haben in dem Pulſe der Beobachter keine Veränderung bewirket [β]). Jene Veränderung, die man an mehreren Perſonen bemerket hat, dürfte man daher wohl eher der Furcht oder andern körperlichen Dispoſitionen, als der Elektricität zuſchreiben.

Es haben ferner Verſuche gelehret, daß Waſſer, welches aus iſolirten Gefäßen durch eine enge Oeffnung herausläuft, durch Mittheilung der Elektricität ſchneller auszulaufen ſcheinet. Iſt die Röhre, aus welcher das Waſſer im natürlichen Zuſtande

α) Gothaiſches Magazin für das Neueſte ꝛc. B. V. St. 3. S. 13.

β) Beſchryving eener ongemeen groote Electrizeermachine etc. door *Mart. van Marum.* Haarl. 1785. 4. Deutſch. Leipz. 1786. 4.

ſtande nur tröpfelt, ein Haarröhrchen, ſo bewirkt die Mittheilung der Elektricität ein ununterbrochenes Auslaufen aus dieſer Röhre, welches ſich noch in viele andere Strahlen zertheilet. Nach den mit dergleichen Haarröhren angeſtellten Verſuchen des Herrn Dr. **Carmoy** α) ſcheint zu folgen, daß ungeachtet des durch Elektriſiren des Waſſers bewirkten Stromes in einer beſtimmten Zeit eher weniger Waſſer aus dem Gefäß herauslaufe, als es ſonſt im natürlichen Zuſtande auströpfelte. Unter übrigens gleichen Umſtänden fand **Carmoy** in einer Zeit von 75 Stunden 10 Minuten

ohne Elektricität	2 Pfund	12 Unzen	2 Drachmen	65 Gran
mit Elektricität	2 ——	11 ——	5 ——	36½ —

Nahm er Röhrchen von ungleicher Länge, ſo fielen zwar die Reſultate ganz anders aus, und wenn gleich mannigmahl etwas mehr Waſſer beym Elektriſiren abgefloſſen war, ſo ſchien dieß doch mehr in zufälligen Beſchaffenheiten der Gefäße zu liegen. In den meiſten Fällen war doch immer die Menge des im natürlichen Zuſtande ausgetröpfelten Waſſers größer, als die mit Elektricität ausgelaufene Waſſermenge. Es ſcheint daher die ſonſt vorgebliche durch Elektriſiren bewirkte Beſchleunigung der Bewegung des Waſſers nicht gegründet zu ſeyn.

Auch hat **Cavendiſh** die gewiß ſehr wichtige Entdeckung gemacht, daß der elektriſche Funke beym Durchgange durch ein Gemiſch von phlogiſtiſcher und dephlogiſtiſcher Luft Salpeterſäure hervorbringt. Man ſchrieb zwar die Erzeugung dieſer Säure allein der Zerſetzung der Luftarten zu; allein es läßt ſich die Sache nicht wohl erklären, ohne der Elektricität einen weſentlichen Antheil daran nehmen zu laſſen.

Herr **van Marum** β) hat durch mehrere Luftarten elektriſche Schläge durchgehen laſſen, die Wirkungen derſelben ſorgfältig unterſuchet, und ſeine Entdeckungen der Be-

α) Journal de phyſique, Nov. 1788. Gothaiſches Magazin für das Neueſte. B. VII. St. 1. S. 63 u. f.

β) Beſchryving etc. Haarlem 1785. Eerſte Vervolg der Proefneemingen, gedaan met Teylers Electrizeer-machine. Haarlem 1787. gr. 4. Deutſch, Leipz. 1786 u. 1788. 4.

ſchreibung der großen Scheibenmaſchine zu Haarlem beygefügt. Die vorzüglichſten derſelben ſind die Zerſetzung der Salpeterluft, welche durch wiederhohlte Schläge in einer Viertelſtunde über die Hälfte vermindert ward, nachher aber bey ihrer Vermiſchung mit dephlogiſtiſirter Luft weiter keine Verminderung zeigte; ferner die Zerſetzung der dephlogiſtiſirten Luft aus rothem Präcipitat in einer Röhre über Queckſilber, wodurch letzteres auf der Oberfläche verkalkt ward; und die Zerſetzung des flüchtig-alkaliniſchen Gas in Stickluft und inflammable Luft. Alle dieſe Entdeckungen ſcheinen deutlich auf eine chemiſche Verbindung der elektriſchen Materie hinzuweiſen.

Elektriſche Atmoſphäre und Vertheilung der Elektricität.

Es wurden ſonſt oft ſonderbare elektriſche Erſcheinungen wahrgenommen, welche den bisher gegebenen Geſetzen und Wirkungen der Mittheilung der Elektricität zu widerſprechen ſchienen, und von welchen man lange Zeit nicht wußte, was man damit machen ſollte. Nachdem man aber aus den Erfahrungen, daß leichte Körper in merklichen Entfernungen von den elektriſirten Körpern angezogen wurden, welche für die Mittheilung der Elektricität viel zu groß waren, auf den Gedanken geleitet wurde, daß ſich die Wirkung der elektriſchen Materie auf den elektriſirten Körper bis auf eine gewiſſe Diſtanz erſtrecke, welche bey Annäherung eines unelektriſirten Körpers in ſelbigem gewiſſe Veränderungen hervorbringen müſſe, ſo wurde dadurch ein größeres Licht über die Elektricität verbreitet. Der Raum, durch welchen ſich die elektriſche Materie in Anſehung ihrer Wirkung auf andere Körper erſtrecket, wird die **elektriſche Atmoſphäre** oder auch der **elektriſche Wirkungskreis** genannt, von deren Geſetzen die größten Geheimniſſe dieſer Lehre abhangen. Das Hauptgeſetz hierbey iſt dieſes:

Ein jeder elektriſirter Körper ſucht in denjenigen Körpern, welche in ſeinen Wirkungskreis kommen,

men, eine der ſeinigen entgegengeſetzte Elektricität zu erwecken.

Dieſes Geſetz iſt ganz verſchieden von dem Geſetze der Mittheilung der Elektricität, wie folgende Erfahrungen aufs kräftigſte beſtätigen. Man bringe einen nicht iſolirten leitenden Körper in den Wirkungskreis des elektriſirten Reibers, ſo bekömmt jener auf der dem Reiber zugekehrten Seite die entgegengeſetzte Elektricität des Reibers, mithin + E, wenn dieſer — E und — E, wenn dieſer + E hat; wird endlich der nicht iſolirte Leiter dem Reiber bis zur Schlagweite genähert, ſo erhält der Leiter einen Funken, und die Elektricität hört ganz auf. Iſt aber der leitende Körper iſolirt, und man bringt das eine Ende desſelben in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers, ſo erhält das von dieſem elektriſirten Körper abgewendete Ende des Leiters die mit den elektriſirten Körper gleichnahmige Elektricität, das dem elektriſirten Körper zugekehrte Ende aber die entgegengeſetzte des elektriſirten Körpers. Nähert ſich der iſolirte Leiter dem elektriſirten Körper bis zur Schlagweite, ſo erhält er einen Funken, und es wird nun ſeine Elektricität gleichnahmig mit der Elektricität des elektriſirten Körpers. Nähme man hingegen den iſolirten Leiter, noch ehe er einen Funken erhält, von dem elektriſirten Körper weg, ſo wird auch die Elektricität desſelben, die ſich an beyden Enden als entgegengeſetzt zeigte, ganz wegfallen, und der Leiter wird in ſeinem vorigen Zuſtande, mithin unelektriſiret ſeyn. Wenn aber das eine Ende des iſolirten Leiters, welches dem elektriſirten Körper entgegengeſetzet iſt, zu der Zeit, da er im Wirkungskreiſe des elektriſirten Körpers ſich befindet, mit dem Finger oder mit einem andern leitenden Körper berühret wird, ſo entſtehet ein Funke, und die Elektricität höret auf. Nimmt man nun den iſolirten Leiter von dem elektriſirten Körper weg, ſo hat nun der iſolirte Leiter die entgegengeſetzte Elektricität des elektriſirten Körpers.

Man nehme eine metallene Röhre von etwa 2 Fuß Länge, iſolire ſelbige und hänge an das Ende über ſelbige einen

Zwirnsfaden mit zwey Korkkügelchen; hierauf bringe man an das andere Ende, etwa 3 Zoll weit davon, eine geriebene Glasröhre, ſo werden ſogleich die beyden Korkkügelchen von einander fahren, folglich + E erhalten. Nähert man die geriebene Glasröhre dem Cylinder bis zur Schlagweite, ſo erhält er einen Schlag, und die Elektricität iſt nun in der ganzen Röhre + E. Nimmt man aber die Glasröhre noch vor dem Schlage weg, ſo fallen die Korkkügelchen zuſammen, und man bemerkt gar keine Elektricität in der Röhre mehr. Wird aber der Verſuch ſo abgeändert, daß man an dem Ende der Röhre, wo die Kügelchen + E haben, einen Finger oder einen andern leitenden Körper bringt, ſo fallen nun die Kügelchen zuſammen, indem die ganze Elektricität + E in den leitenden Körper übergegangen iſt. Nimmt man nun auch die geriebene Glasröhre von dem andern Ende weg, ſo gehen nun die beyden Kügelchen ſogleich mit — E aus einander, und die ganze metallene Röhre iſt negativ elektriſiret.

Wenn derjenige Körper, welcher in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers gebracht wird, ein Nichtleiter iſt, ſo wird zwar ebenfalls das Ende, welches dem elektriſirten Körper zugekehret iſt, die entgegengeſetzte Elektricität annehmen, aber ſie wird ſich wegen der nicht fortleitenden Kraſt des Nichtleiters nicht weit erſtrecken, und nicht ſehr ſtark ſeyn. In dieſem Nichtleiter werden von dem Ende, welches gegen den elektriſirten Körper gerichtet iſt, nach dem andern Ende hin abwechſelnd Zonen von + E und — E zu finden ſeyn, welche immer nach und nach ſchwächer werden, und ſich zuletzt ganz verlieren. Dieſe abwechſelnden Zonen entſtehen ohne Zweifel von den Wirkungskreiſen der vorhergehenden, weil wegen der ſchwach leitenden Kraft des Nichtleiters Elektricität ſich in ſelbigem nicht weit verbreiten kann.

Dieſe Erfahrungen beweiſen hinlänglich, daß ein Körper elektriſch werden könne, ohne daß dem elektriſirten Körper ſeine Elektricität genommen wird. Es gibt alſo außer dem Reiben und der Mittheilung noch eine dritte Art, Elektricität

ktricität in einem Körper hervorzubringen. Es gründet ſich dieſe Art auf den allgemein angeführten Satz, und wird die **Vertheilung der Elektricität** genannt.

Wenn man in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers einen andern ſchon elektriſirten Körper bringt, ſo werden ſich ebenfalls Erſcheinungen zeigen, die dem allgemeinen Geſetze völlig gemäß ſind. Wäre der eine Körper mit der Erde in Verbindung, ſo wird er auch ſeinen elektriſchen Zuſtand nach dieſem Geſetze ändern; wäre er iſolirt, ſo wird dieſe Veränderung nach den Umſtänden, worin er ſich befindet, erfolgen, und übrigens vermögend werden, ſeinen Zuſtand noch mehr zu ändern. Bringt man z. B. in den Wirkungskreis eines — E ein + E, ſo wird das + E, wenn es mit der Erde in Verbindung ſteht, noch mehr + E erhalten; iſt es iſolirt, ſo wird es wenigſtens fähiger, noch mehr + E anzunehmen, und unfähiger, + E zu verlieren oder mitzutheilen, oder mit andern Worten, es wird mehr **Capacität** aber weniger **Intenſität** ſeines + E erhalten.

Geſetze der Elektricität.

Es wird vor allen Dingen nöthig ſeyn, aus den Wirkungen, welche man an den beyden verſchiedenen Arten von Elektricität gewahr wird, die Geſetze aufzufinden, welche ſie befolgen, ehe man noch im Stande iſt, über die Urſachen der Elektricität Unterſuchungen anzuſtellen. Weil es nun vermöge der Erfahrung zweyerley Arten von Elektricität gibt, wovon eine jede für ſich einerley elektriſche Wirkungen zeiget, nur mit dem Unterſchiede, daß ſie wie entgegengeſetzte Größen einander entgegengeſetzet ſind, folglich eine die andere aufhebet, ſo wird man auch berechtiget ſeyn, einen jeden Körper, welcher im natürlichen Zuſtande ſich befindet, eben ſo viel + E als — E beyzulegen, weil ſich dieſe beyden gegen einander aufheben, und daher o E machen. Wenn demnach ein elektriſcher Körper elektriſche Erſcheinungen liefern ſoll, ſo muß er entweder mehr oder weniger + E als — E haben; denn hätte er eben ſo viel + E als — E, ſo heben ſich beyde

Arten

Arten auf, und ſind gleichſam mit einander im Gleichgewichte.

Das erſte Geſetz der Elektricität iſt:

Gleichartige Elektricitäten ſtoßen einander zurück.

Ein Körper, welcher + E hat, ſtößt einen andern leichten Körper, welcher ebenfalls + E hat, zurück. Eben ſo ſtößt ein Körper, welcher — E beſitzet, einen andern leichten, welcher ebenfalls — E hat, zurück. Wenn beyde Körper nun entweder gleich + E oder gleich — E haben, ſo geben ſie einander genähert auch keine Funken, ſondern ſie behalten ihre Elektricität. Dieſes Geſetz beweiſen offenbar folgende Verſuche:

1. Wenn verſchiedene kleine Korkkügelchen an ſeidenen Faden aufgehängt ſind, und an einen elektriſirten Leiter oder auch an das iſolirte Reibzeug gebracht werden, ſo werden ſie von ſelbigen anfänglich angezogen, nachher abgeſtoßen und dann nicht wieder angezogen; auch ſtoßen ſie ſich ſelbſt unter einander zurück.

2. Wenn ſehr leichte Körper, als Goldblättchen, Schnupftaback, Bärlappſaamen u. d. g. auf einen elektriſirten iſolirten Leiter, oder auch auf das iſolirte Reibezeug gebracht werden, ſo werden ſie von ſelbigen ſehr weit weggeſtoßen.

3. Wenn zwey Perſonen auf iſolirten Seſſeln entweder gleich + E oder gleich — E erhalten, und alsdann einander berühren, ſo kann keine aus der andern einen Funken ausziehen.

Herr **Coulomb** *) hat durch oft wiederhohlte mit der größten Sorgfalt angeſtellte Verſuche gefunden, daß die Theilchen des elektriſchen Fluidums beym gegenſeitigen Abſtoßen das newtoniſche Geſetz der Schwere, nämlich das umgekehrte Verhältniß des Quadrats der Entfernungen befolgen.

Das

*) Abhandlung über die Elektricität, in Grens neu. Journal der Phyſik. B. III. S. 51 ff.

Das zweyte Geſetz iſt:

Entgegengeſetzte Elektricitäten ziehen ſich an.

Wenn ein Körper + E hat, ſo zieht er einen leicht beweglichen, welcher — E hat, an, und auch umgekehrt. Hat nun der eine Körper eben ſo viel + E als der andere — E, ſo entziehen ſich beyde in dem Augenblicke, da ſie zuſammenſtoßen, ihre Elektricität, und zeigen nachher keine Spur der Elektricität mehr. Dieß Geſetz beſtätigen folgende Verſuche:

1. Wenn ein an einem Faden hängendes Korkkügelchen + E erhalten hat, und wird dem iſolirten elektriſchen Reibezeuge nahe gebracht, ſo wird es von demſelben angezogen und umgekehrt.

2. Wenn das eine Korkkügelchen + E und das andere gleich viel — E hat, und beyde nähern ſich einander, ſo werden ſie angezogen, und verlieren in dem Augenblicke ihre Elektricität.

3. Wenn eine auf einem iſolirten Stuhle ſitzende Perſon + E hat, eine andere aber auf einem iſolirten Stuhle eben ſo viel — E, ſo werden beyde Perſonen in der Berührung die Elektricität ganz verlieren.

4. Wenn eine Perſon auf einem iſolirten Seſſel eine Glasröhre mit der Hand reibt, und eine Korkkugel, welche + E hat, wird der Perſon genähert, ſo zieht ſie ſelbige an, wird ſie aber der Glasröhre genähert, ſo ſtößt ſie ſelbige ab.

Aus dieſen angeführten Geſetzen läßt ſich nun das Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper erklären. Nähert man nämlich einer geriebenen Glasröhre + E leichte Körper, z. B. Sägeſpäne u. d. g., ſo erhalten dieſe in dem Wirkungskreiſe der elektriſirten Glasröhre — E, und es ziehen nun beyde einander an. Berühren die leichten Körper die Glasröhren, ſo erlangen ſie durch die Mittheilung + E, und die Glasröhre ſtößt ſie zurück. So lange nun dieſe leichten Körper + E beſitzen, ſo werden ſie auch von der Glasröhre nicht weiter angezogen, wird ihnen aber dieß + E durch Leiter entzogen, und ſind noch im Wirkungskreiſe der elektriſir-

ten Glasröhre, ſo bekommen ſie aufs neue — E, werden wieder angezogen, und nach mitgetheiltem + E wieder zurück geſtoßen u. ſ. w. Hierauf gründen ſich die Verſuche mit tanzenden Puppen zwiſchen einer elektriſirten und einer mit der Erde verbundenen Metallplatte; mit einer Pflaumfeder, welche zwiſchen einer geriebenen Glasröhre und Siegellackſtange wie ein Federball hin und her fliegt, mit einigen Korkkügelchen, welche auf dem Tiſche unter einem elektriſirten Trinkglaſe tanzen, mit dem elektriſchen Glockenſpiele und mit andern elektriſchen Spielwerken mehr. Ueberhaupt läßt ſich ein jeder Körper im natürlichen Zuſtande ſo betrachten, als wenn er beyde Elektricitäten + E und — E in gleichem Maße beſäße, welche folglich einander aufheben, und den Körper o E geben. Wird aber dieß Gewicht durch irgend eine Art, z. B. durch Reiben des Körpers, aufgehoben, ſo muß ſich nun der Ueberſchuß der einen von den entgegengeſetzten Elektricitäten im freyen Zuſtande befinden, und elektriſche Erſcheinungen hervorbringen. Wenn z. B. ein Glascylinder gerieben wird, ſo nimmt dieſer aus dem Reibzeuge mehr + E an; nun kann aber das in der Glasröhre befindliche — E das + E nicht ganz mehr binden, folglich entſteht ein Ueberſchuß von + E, und wirkt nun im freyen Zuſtande.

Hieraus läßt es ſich nun auch erklären, wie es mit dem Elektriſiren ſelbſt zugehe. Wird nämlich die Glasröhre an dem Reibezeuge gerieben, ſo wird das + E des Reibezeuges frey, theilt ſelbiges dem Glaſe mit, welches nun auch die Elektricität + E zeiget, weil es wegen ſeiner nicht leitenden Kraft dieß + E nicht ſogleich in der Oberfläche vertheilet. Nun wird das — E des Reibzeuges nicht mehr gebunden ſeyn, weil das + E in das Glas übergegangen iſt; könnte alſo das verloren gegangene + E nicht wieder erſetzet werden, oder wäre das Reibzeug iſolirt, ſo muß auch dieſes — E zeigen; wäre aber das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden, ſo erhält das — E ſo viel + E aus der Erde, daß ſein — E völlig gebunden wird, mithin wird auch in dieſem Falle das Reibzeug gar keine Elektricität zeigen.

Um

Um alſo ſtark zu elektriſiren, muß das Reibzeug nothwendig mit der Erde verbunden werden, denn dadurch eröffnet ſich ein Zufluß von ſo vielem + E, als man nur haben will; iſt aber das Reibzeug iſoliret, ſo kann es nur ſo viel + E hergeben, als es hat, mithin in alle Fälle weniger, als wenn es nicht iſoliret iſt.

Wenn ein Glascylinder durchs Reiben + E erhalten hat, und man bringt in den Wirkungskreis desſelben einen iſolirten Leiter, ſo zieht nun das + E des Glascylinders das — E des iſolirten Leiters an, und ſtößt das + E des Leiters zurück, und hierdurch entſteht folglich Elektricität durch Vertheilung. Wird der iſolirte Leiter aus dem Wirkungskreiſe des Glascylinders gebracht, ſo wird nun ſeine poſitive und negative Elektricität, welche nur durch die Wirkung der elektriſchen Atmosphäre in ihm verſchiedentlich vertheilet war, wieder gebunden, und die Elektricität verſchwindet in ihm ganz. Wenn hingegen an dem Ende des iſolirten Leiters, an welchem das + E frey iſt, indem der Leiter ſich in dem Wirkungskreiſe des Glascylinders befindet, ein Finger oder ein anderer Leiter nahe gebracht wird, ſo zieht der iſolirte Leiter an dieſer Stelle das — E des leitenden Fingers an, ſättiget ſich damit, und es entſteht ein Funke. Wird nun der Finger entfernet, und der iſolirte Leiter zugleich aus dem Wirkungskreiſe des Glascylinders gebracht, ſo verbinden ſich nun die Elektricitäten beyder Enden des iſolirten Leiters mit einander, und er hat — E + E — E, und iſt daher negativ elektriſiret. Gerade verhält es ſich umgekehrt; wenn nämlich der elektriſirte Körper — E beſitzet, und es wird in deſſen Wirkungskreis ein iſolirter leitender Körper gebracht, ſo zieht das — E des elektriſirten Körpers das + E des leitenden an, und ſtößt das — E zurück; wird alsdann das — E von einem andern leitenden Körper z. B. von dem Finger durch ſein + E geſättiget, ſo entſtehet ein Funke, und der iſolirte leitende Körper beſitzet nun nach der Entfernung desſelben von dem elektriſirten Körper + E — E + E, folglich iſt er poſitiv elektriſiret.

Wenn

Wenn in einem elektriſirten Körper das freye $\pm$ E das $\mp$ E eines in den Wirkungskreis deſſelben gebrachten Körpers anziehet, ſo iſt es für ſich begreiflich, daß ſelbſt das $\pm$ E des elektriſirten Körpers zum Theil gebunden wird, und daher weniger freyes $\pm$ E beſitzen muß als vorher. In dieſem Zuſtande wird er nun auch natürlicher Weiſe eine gleichnamige Elektricität weniger abſtoßen, dadurch wird er aber auch vermögend, gleichartige Elektricität leichter anzunehmen. Wenn alſo gleich ein elektriſirter Glascylinder durch einen genäherten iſolirten Leiter ſchwächer an + E wird, ſo nimmt er nun auch ſehr leicht + E von dem Reibzeuge wieder an, zumahl wenn das Reibzeug nicht iſoliret iſt, oder in Fall es iſoliret wäre, ſelbiges durch eine leitende Subſtanz mit der Erde in Verbindung ſtehet; denn eben dadurch erhält der iſolirte Leiter die ſtärkſte Elektricität. Eben ſo verhält es ſich auch mit dem Reibzeuge; es bekömmt nämlich dieſes am ſtärkſten — E, wenn der iſolirte Leiter, welcher in dem Wirkungskreiſe eines Glascylinders ſich befindet, durch eine leitende Subſtanz mit der Erde in Verbindung ſtehet. Je mehr endlich der leitende Körper dem elektriſirten genähert wird, deſto mehr zieht das $\pm$ E des elektriſirten Körpers das $\mp$ E des leitenden an, kommen ſodann zur Schlagweite, und es entſteht ein Funke, wobey nun zugleich eine Mittheilung der Elektricität erfolget, wenn der leitende Körper iſoliret war, außerdem zeigen beyde Körper keine Spur der Elektricität mehr. Wird z. B. einem Körper, welcher freyes + E hat, ein leitender Körper genähert, ſo enthält das nächſte Ende dieſes Leiters — E, und beyde E ziehen ſich zurück, je näher ſie kommen. Bey größerer Annäherung wird endlich die Anziehung ſo ſtark, daß eine Mittheilung der Elektricität entweder durch ein allmähliges Uebergehen oder durch einen Funken erfolget.

Beſitzt der leitende Körper, welcher in den Wirkungskreis eines elektriſirten Körpers gebracht wird, eine Spitze, ſo wirkt die Atmoſphäre ſchon in einer weit größern Entfernung als bey den Leitern, deren Enden ſtumpf oder abgerun-

det

det ſind. Es geſchiehet daher auch die Mittheilung der Elektricität bey ſpitzigen Körpern in einer weit größern Entfernung als bey abgeſtumpften Körpern, und zwar geſchiehet der Uebergang der Elektricität bey ſpitzigen durch ein Geräuſch, bey den runden und ſtumpfen aber durch einen Schlag. Wahrſcheinlich liegt der Grund darin, daß bey ſpitzigen Körpern die ganze Anziehung auf einen einzigen Punkt gerichtet iſt, und der freye Ausgang des + E durch kein Zurückſtoßen der gleichnahmigen Elektricität nebenliegender Punkte gehindert wird. Werden glatte, ebne, am Rande abgerundete iſolirte Leiter dem elektriſirten Körper nahe gebracht, ſo ſpürt man keine elektriſchen Veränderungen in ſelbigen, ja es erfolget oft nicht ein Mahl bey der Berührung ein Uebergang der Elektricität durch Mittheilung. Hatte der elektriſirte Körper und die glatte Oberfläche, welche mit jenem in Berührung kömmt, gleichviel entgegengeſetzte Elektricitäten, ſo binden ſich nun beyde; und man ſpürt an beyden keine Elektricität mehr; nach der Entfernung beyder aber hat jeder die vorige Elektricität wieder. **Beccaria** war der Meinung, beyde Flächen legten ihre Elektricitäten in einander ab, und bey der Trennung nehme eine jede die ihrige wieder. Er nannte dieſes Geſetz **die ſich ſelbſt wieder herſtellende Elektricität** (electricitas vindex, quaſi quae ſibi vindicat locum ſuum). Allein es iſt keinesweges nöthig, dieſerwegen ein neues Geſetz anzunehmen. Denn es iſt dieß Verſchwinden der Elektricitäten kein Verluſt, und kein Wiedernehmen derſelben, ſondern vielmehr das gewöhnliche Binden entgegengeſetzter Elektricitäten, wenn die eine in der andern Wirkungskreis kömmt. Bey der Berührung wird dieſes ſo ſtark, daß alles E gebunden, und gar keins mehr frey iſt. Nach der Trennung aber wird alles wieder frey, weil kein Uebergang erfolget iſt.

Durch dünne Nichtleiter werden die Wirkungen der elektriſchen Anziehung oder die Wirkungskreiſe auf keine Weiſe aufgehalten, wohl aber die Wirkungen der Mittheilung. Wenn demnach eine Glastafel auf beyden Seiten mit Metall

belegt, die eine Belegung mit der Erde verbunden, und der andern + E gegeben wird, ſo nimmt jene eben ſo viel — E aus der Erde an.

Geſchichte der Elektricität.

Die älteſte Nachricht, welche nur einige Spur von Elektricität gibt, iſt die Bemerkung, daß der Bernſtein (ἤλεκτρον, electrum, ſuccinum), wenn er gerieben werde, die Kraft beſitze, leichte Körper anzuziehen. Der Stifter der joniſchen Schule, **Thales Mileſius**, ſoll, wie **Ariſtoteles** nach dem Zeugniſſe des **Diogenes Laërtius** [α]) verſichert, über dieſe Eigenſchaft des Bernſteins in Verwunderung geſetzet worden ſeyn, daß er ſogar demſelben Kräfte der Seele zuſchrieb. Der erſte, welcher der wunderbaren Anziehung des Bernſteins mit ein Paar Worten Erwähnung thut, war **Plato** [β]); und **Theophraſtus Ereſius** [γ]) führet ebenfalls dieſe Eigenſchaft des Bernſteins an, und erwähnet außerdem nach des Lynkurers, welcher nicht nur Strohhalme, ſondern auch Holzſpänchen und dünne Metallblättchen an ſich reiße. Von dem Lynkurer des Theophraſt ſuchet Dr. **Watſon** darzuthun, daß dieſer mit dem Turmalin einerley ſey. M. ſ. **Turmalin**. Auch gedenken der anziehenden Kraft des Brennſteins **Plinius** [δ]), **Plutarch** [ε]) und andere mehr. Von dem griechiſchen Nahmen ἤλεκτρον ſind die Nahmen **elektriſch** und **Elektricität** hergenommen.

William Gilbert [ζ]) war der erſte, welcher die anziehende Kraft nicht allein am Bernſtein, ſondern auch an andern dergleichen harzigen Körpern, als Gummi-Lack, Maſtix, gekochtem Terpentin, und an den meiſten Edelgeſteinen bemerkte. Vorzüglich nahm er auch dieſe Eigenſchaft an dem Siegellack, Schwefel und Glas wahr, und führte das

Reiben

α) In vita Thaletis. p. 16. lib. I. ſegm. 24.
β) In Timaeo. p. 547.
γ) Περὶ λίθων c. 53.
δ) Hiſtor. natural. l. 37. c. 3.
ε) In quaeſtion. Platonic. Tom. 2. p. 1005.
ζ) De magnete. London 1600. fol.

Reiben als Mittel an, die Elektricität in dieſen Subſtanzen zu erregen.

Otto von Guericke *) verfertigte ſich aus Schwefel, welchen er geſchmolzen in eine Phiale goß, und nachher erkaltet dieſelbe zerſchlug, eine Schwefelkugel, die er durch eine mechaniſche Anordnung in ſchnellen Umlauf brachte. Er bemerkte, daß, wenn er die Hand beym Umlauf der Kugel an ſelbige druckte, leichte Subſtanzen, als Spreu, Stückchen Papier u. d. gl. von der Kugel angezogen, nachher abgeſtoßen und gleichſam wie im Wirbel um die Kugel herum geführet wurden. Dabey bemerkte er ferner, daß eine ſolche von der Kugel zurückgeſtoßene leichte Subſtanz nicht eher von der Kugel wieder angezogen würde, als bis ſie ſich einem leinenen Faden, oder einer Lichtflamme genähert hatte; daß Faden, welche in der Nähe der Kugel aufgehangen waren, von ſeinem nahe daran gehaltenen Finger zurückgeſtoßen würden, und daß eine Pflaumenfeder, welche die Kugel zurückgeſtoßen hatte, derſelben beſtändig einerley Seite zukehrte. Auch bemerkte er das Kniſtern und Geräuſch der bewegten Kugel und im Dunkeln das elektriſche Licht.

Um das Jahr 1670 wurde das Verzeichniß der elektriſchen Körper von **Boyle** mit einigen neuen vermehret. Beſonders ſtellte er viele Verſuche mit dem Diamant an, und bemerkte, daß er gerieben im Finſtern leuchte. Zugleich führet er an, daß die elektriſche Kraft durch Trockenheit und Erwärmen ſehr befördert werde, daß Elektricität im luftleeren Raume Statt finde, daß leichte elektriſche Körper angezogen würden, daß das Anziehen wechſelſeitig ſey u. ſ. f.

Obgleich **Newton** ſich mit der Elektricität nicht ſo ſehr beſchäfftigte, ſo ſtellte er doch einige elektriſche Beobachtungen an. Als er auf den Tiſch eine runde Glasſcheibe, die ungefähr zwey Zoll breit war, in einem meſſingenen Ringe, gelegt hatte, ſo daß das Glas etwa $\frac{1}{8}$ Zoll vom Tiſche abſtand, und er das Glas ſchnell rieb, ſo fiengen kleine Stückchen

 chen

*) Experimenta Magdeburgica de vacuo ſpatio. Amſterd. 1671. fol. L. IV. c. 15.

chen Papier an, welche auf dem Tiſche unter dem Glaſe lagen, angezogen zu werden und hin und wieder tanzend ſich zu bewegen. Er machte dabey zugleich die Erfahrung, daß verſchiedenes Reibzeug dieſe Erſcheinungen verſchiedentlich abänderte. Unter den erwähnten Umſtänden rieb er ein Mahl ein Glas, das 4 Zoll breit und ¼ Zoll dick war, mit einer Serviette, und bemerkte, daß ſich nichts bewegen wollte, da im Gegentheil die Bewegung ſogleich anfieng, als er ſelbiges mit ſeinem Rocke rieb. Zugleich thut er auch in zwey Fragen, welche ſeiner Optik angehängt ſind, der Elektricität Erwähnung.

D. **Wall** [a]) beobachtete zuerſt elektriſche Funken. Als er Verſuche mit dem durch die Kunſt bereiteten Phosphor anſtellte, den er für ein durch eine mineraliſche Säure coagulirtes animaliſches Oel hielt, ward er auf die Vermuthung geleitet, daß Bernſtein vielleicht ein natürlicher Phosphor ſeyn dürfte. Er rieb daher ein wohl geglättetes Stück Bernſtein mit der Hand im Finſtern, und bemerkte dabey ein Licht. Nachdem er dieſen Verſuch durch Reibung mit wollenen Lappen wiederhohlte, ſo ward er ein ſtarkes Licht und zugleich ein Kniſtern gewahr. Hielt jemand ſeinen Finger in einer kleinen Entfernung von dem Bernſtein, ſo entſtand ein ſtarkes Kniſtern, mit einer darauf erfolgenden großen Lichtflamme. Merkwürdig iſt es, daß er dieſes Licht und Kniſtern mit dem Blitz und Donner vergleichet. Auch fand er hernach, daß ebenfalls elektriſches Licht zum Vorſchein kam, wenn man ſchwarzen Agat, rothes Siegellack und den Diamant reibet. Hieraus macht er überhaupt den Schluß, daß alle Körper, welche Elektricität beſitzen, Licht von ſich geben.

Im Jahre 1709 machte **Hawksbee** [b]) ſeine Verſuche und Entdeckungen in der Elektricität bekannt. Er bemerkte am erſten die ſtarke elektriſche Kraft des Glaſes, das aus demſelben hervorkommende Licht, und den dadurch verurſachten Laut, nebſt einer Menge von verſchiedenen Erſcheinungen, welche

a) Philoſoph. transact. 1708. Vol. XXVI. n. 314.
b) Phyſico-mechanical experiments. Lond. 4.

welche das elektriſche Anziehen und Zurückſtoßen betreffen. Er brachte zuerſt eine beträchtliche Menge Licht hervor, indem er Queckſilber in einem gläſernen Gefäße, aus welchem die Luft ausgepumpet war, ſchüttelte. Dieſes Licht nannte er den **mercurialiſchen Phosphor**. Er war auch der erſte, welcher ſich zur Unterſuchung der Elektricität eine Maſchine verfertigen ließ, auf welcher er eine gläſerne Kugel herumdrehete. Da er aus dieſer Kugel die Luft herausgebracht hatte, ſo bemerkte er beym Herumdrehen, als er ſeine Hand daran legte, inwendig ein ſtarkes Licht. Ueberhaupt beobachtete er die elektriſchen Erſcheinungen im luftleeren Raume genau. Außer der gläſernen Kugel gebrauchte er auch zu ſeinen elektriſchen Verſuchen Kugeln von Siegellack, Schwefel, Harz mit darunter gemiſchten fein geſtoßenen Ziegelſteinen. Er nahm ferner wahr, daß eine durch Reiben elektriſch gemachte Glasröhre verſchiedene Körper anzog, Licht auf dieſelben warf, und bey hinlänglicher Nähe ein Schlag entſtand. Noch weiter bemerkte er, daß die geriebene Glasröhre, wenn ſie nahe vor dem Geſichte vorbey geführet wurde, demſelben eine Empfindung gab, als wenn Spinnweben darüber gezogen wären.

Ungeachtet **Hawksbee** in der Elektricität bereits ſo wichtige Entdeckungen gemacht hatte, ſo blieben doch nachher beynahe an die 20 Jahre alle weitere elektriſche Unterſuchungen liegen, indem man alle Aufmerkſamkeit auf die von Newton gemachten Entdeckungen richtete. Erſt vom Jahre 1728 an bis 1735 wurde die Lehre von der Elektricität durch **Stephan Gray** aufs neue bereichert. Die Verſuche, die er in Anſehung der Elektricität machte, hat er größtentheils mit ſeinem Gehülfen, Herrn **Wheeler**, angeſtellt. Er entdeckte zuerſt durch verſchiedene Verſuche die Mittheilung der Elektricität durch hänfene Schnüre, welche durch ſeidene Schnüre nicht erfolgte. Er war auch der erſte, welcher Thiere und Menſchen und andere Körper durch Mittheilung elektriſirte. Er hieng einſtmahls einen Knaben an härenen Schnüren in horizontaler Lage auf; als er darauf die durch Reiben elek-

triſch gemachte Röhre an deſſen Fuß hielt, nahm er wahr, daß die Metallblättchen mit vieler Lebhaftigkeit von deſſen Haupte angezogen wurden, ſo daß ſie 8 bisweilen 10 Zoll hoch in die Höhe giengen. Auch bemerkte er hierbey, daß durch angehaltenes Metall ziemlich ſtarke Funken entſtanden. Dadurch kam er auf den Gedanken, metallene Cylinder in ſeidenen Schnüren aufzuhängen, und elektriſche Funken von Perſonen herausziehen zu laſſen, welches der erſte Urſprung der Hauptleiter oder der erſten Leiter bey den Elektriſirmaſchinen geweſen iſt. Auch ſtellte er verſchiedene Verſuche an, das Waſſer durch Mittheilung der Elektricität zu elektriſiren, und lockte aus ſelbigem elektriſche Funken. Ferner entdeckte er das freywillige Ausſtrömen der Feuerbüſchel aus leitenden Spitzen, wenn ihnen die flache Hand genähert ward.

Dieſe Verſuche des Herrn **Gray** wurden in Frankreich von **dů Fay** [α]) aufs ſorgfältigſte wiederhohlet und mit neuen vermehret. Die Mittheilung der Elektricität ſuchte dů Fay noch weit genauer zu beſtimmen und weiter zu treiben als **Gray**. Vorzüglich aber entdeckte er durch verſchiedene Verſuche, daß das elektriſche Anziehen und Abſtoßen nicht immer einerley Geſetzen folgte. Er bemerkte mit Verwunderung, daß die mit einer elektriſirten Glasröhre ſchwebend fortgetriebenen leichten Körper ſich an dem ebenfalls elektriſirten Bernſtein oder Siegellack u. ſ. f. anhiengen, und im Gegentheil diejenigen leichten Körperchen, welche vom Bernſtein, Siegellack u. ſ. f. abgeſtoßen wurden, ſich an die elektriſirte Glasröhre anhiengen. Dieß beſondere und von ihm zuerſt entdeckte Phänomen gab ihm Veranlaſſung, daß er die elektriſchen Körper in zwey Claſſen eintheilte, nämlich in die **Harz-** und **Glaselektricität**.

D. **Deſaguliers** [β]) führte zuerſt die Nahmen, **an ſich elektriſche Körper** und **Leiter**, ein, und brachte alle vorher angeſtellte elektriſche Verſuche auf allgemeine Geſetze. Er ſagt nämlich, ein für ſich elektriſcher Körper nimmt die Elektricität

α) Mémoire de l'acad. roy. des ſcienc. 1733 - 1737.
β) Philoſoph. transact. 1739 — 1742.

ktricität von einem andern durchs Reiben elektriſch gemachten Körper nicht ſo an, daß derſelbe ſeiner ganzen Länge nach fortliefe, ſondern er nimmt ſie nur eine kurze Strecke an, indem er gleichſam damit geſättiget wird; auch verlieret ein für ſich elektriſcher Körper alle ſeine Elektricität nicht auf ein Mahl und zu gleicher Zeit, ſondern nur in den Theilen, woran unelektriſche Körper gebracht worden ſind. Ein unelektriſcher Körper hingegen, welcher die Elektricität erhalten hat, verlieret ſie auf ein Mahl bey Annäherung eines andern unelektriſchen. Im Jahre 1742 erhielt ſeine diſſertat. ſur l'électricité des corps von der königlichen Akademie der Wiſſenſchaften zu Bourdeaux den ausgeſetzten Preis.

Um dieſe Zeit fieng man auch in Deutſchland an, ſich um die Erweiterung der elektriſchen Unterſuchungen verdient zu machen. Der erſte, welcher damit den Anfang machte, war der verdiente Profeſſor der Mathematik zu Leipzig, **Hauſen**. Statt der bisher gewöhnlichen Glasröhren führte er den Gebrauch der hawksbee'ſchen Kugel zur Mittheilung der Elektricität ein. Durch dieſes rühmliche Beyſpiel aufgemuntert, bemühete ſich der Profeſſor zu Wittenberg, **Boſe**, die elektriſchen Verſuche nachzumachen, und verbeſſerte zugleich die von **Hauſen** eingeführte Glaskugelmaſchine, indem er einen erſten Leiter hinzufügte, welcher in einer eiſernen oder blechernen Röhre beſtand, welche anfänglich von einer auf einem Pechkaſten ſtehenden Perſon gehalten, nachher aber auf ſeidene Schnüre horizontal vor der Kugel geleget ward. **Winkler** in Leipzig gebrauchte bey ſeiner Maſchine ſtatt der ſonſt gewöhnlichen Hand zum Reibzeuge, ein ausgeſtopftes ledernes Küſſen, und **P. Gordon** in Erfurth wählte zuerſt zu ſeinen elektriſchen Verſuchen eine Maſchine mit einem Cylinder. Durch dieſe Mittel erhielt man ſehr verſtärkte Grade der Elektricität. Endlich gelang es auch dem königl. Feldarzt, **Ludolph**, in Berlin, mittelſt eines elektriſchen Funken den ſogenannten ſpiritus Frobenii anzuzünden. Im Jahre darauf bewerkſtelligte **Winkler** dieſe Entzündung mit erwärmtem Branntwein durch den Funken

eines Fingers, und **Gralath** zu Danzig zündete ein eben verloſchenes Licht wieder an, indem er einen elektriſchen Funken durch den Dampf gehen ließ, auch **Boſe** ſetzte dadurch das Schießpulver, welches er in einem Löffel hatte ſchmelzen laſſen, durch den aufſteigenden Dampf in Brand. Um dieſe Zeit bewies auch **Ludolph** der jüngere zu Berlin, daß das leuchtende Barometer durch die Bewegung des Queckſilbers elektriſch werde. **Hamberger** [α]) in Jena erfand das ſo genannte anziehende Barometer, da er vermittelſt einer Spritze das Queckſilber in der Röhre geſchwind ſteigen und fallen machte, wodurch ein Reiben an den Seiten der gläſernen Röhre entſtand, daß von außen die an einem Faden aufgehangenen leichten Sachen, wenn man ſie in einer Entfernung von etwa einer Linie nähert, merklich angezogen und zurückgeſtoßen wurde. **Grummert**, aus Biala in Polen, bemerkte in einer ziemlichen Entfernung das Leuchten luftleerer Glasröhren, **Krüger** die Veränderung der Farbe der Körper durch das elektriſche Ausſtrömen, und **Waitz** [β]) machte in ſeiner Preisſchrift einen Verſuch, die elektriſchen Erſcheinungen gehörig zu ordnen, und ſie auf allgemeine Geſetze zu bringen.

Miles in England ſetzte im Jahre 1745 den Phosphor durch die unmittelbar daran gehaltene Glasröhre in Brand, und bemerkte zugleich aus ſelbiger einen Strahlenpinſel freywillig aus der Röhre herausfahren. D. **Watſon**, welcher von den Fortſchritten der Deutſchen in der Elektricität Nachricht erhalten hatte, wiederhohlte dieſelben Verſuche, und zündete verſchiedene brennbare Geiſter, wenn ſie von einer elektriſirten Perſon in einem Löffel gehalten und von einer andern nicht elektriſirten Perſon durch einen Finger berühret wurden. Auch fand **Watſon**, daß die Flamme und der Rauch Leiter der Elektricität ſind. Um eben dieſe Zeit entdeckte auch Herr **dü Tour**, daß die Flamme die Elektricität zerſtöre. Da

α) Elementa phyſices. cap. 10. §. 576. ſchol.

β) Abhandlung von der Elektricität und deren Urſachen. Berlin, 1745. 4.

Da auf dieſe neuen ſo wichtigen Entdeckungen in der Elektricität eine allgemeine Aufmerkſamkeit rege gemacht wurde, ſo ward am Ende des Jahres 1745 eine der wichtigſten Erfindungen gemacht, ich meine den **kleiſtiſchen Verſuch** oder die **leidner Flaſche**, deren heftige und erſchütternde Wirkungen jedermann in Erſtaunen ſetzte. M. ſ. hiervon **Flaſche, geladene.**

Seit dieſer Zeit wurde die Liebe zum Studium der Elektricität allgemein, und die Zahl der Liebhaber derſelben wurde von Tag zu Tage größer. Dadurch vermehrten ſich die Verſuche und Beobachtungen der Elektricität immer mehr, und die Lehre der Elektricität erhielt dadurch ungemein viele Entdeckungen.

D. **Watſon** nahm bald darauf wahr, daß das Iſoliren des Reibzeuges nur ſchwache Elektricität bewirke, und ſchloß daher, daß das Reiben nicht Elektricität erzeuge, ſondern nur überführe. Der Abt **Nollet** ſuchte auch durch verſchiedene Verſuche zu erweiſen, daß die Elektricität den Umlauf des Blutes in thieriſchen Körpern beſchleunige, die Ausdünſtungen und das Keimen der Samenkörner und das Wachsthum der Pflanzen befördere, welches aber nach neuern Verſuchen ungegründet iſt befunden worden.

Auch wollten **Pivati** zu Venedig, **Verati** zu Bologna und **Winkler** zu Leipzig die Entdeckungen gemacht haben, daß, wenn ſtark riechende Subſtanzen in gläſerne Gefäße eingeſchloſſen, und dieſe durch Reiben elektriſch gemacht würden, der Geruch und andere mediciniſche Kräfte durch das Glas hindurch düfteten, die Atmosphäre des Leiters damit anfülleten, und die Kraft allen Perſonen, welche denſelben berührten, mittheilete. Allein dieſe Behauptungen ſind durch **Nollets, Watſons** und **Bianchini's** Verſuche gänzlich widerleget worden.

Unter allen damahls lebenden Naturforſchern hat aber wohl keiner mit ſolchem Scharfſinne und philoſophiſchem Geiſte die elektriſchen Erſcheinungen entwickelt, als D. **Franklin** in Philadelphia. Aus ſeinen mannigfaltigen Ver-

ſuchen, die er über die Elektricität ſo wohl im Kleinen als Großen angeſtellt hatte, leitete er eine Theorie ab, nach welcher alle ihm bekannte elektriſche Erſcheinungen ſehr leicht erkläret werden konnten. Selbſt der Verſuch der leidner Flaſche, welcher bisher ganz unerklärbar war, erklärte ſich aus ſeiner Theorie ſehr leicht. Sie wurde daher auch mit dem allgemeinſten Beyfall aufgenommen, und meiner Meinung nach ſcheint ſie auch bis jetzt noch nicht widerlegt zu ſeyn, obgleich nachher Entdeckungen in der Elektricität ſind gemacht worden, welche dieſe Theorie nicht zu erklären ſchien. Dieſe Theorie wird in der Folge unter den Meinungen der Urſachen über die Elektricität vollſtändig angeführet werden. Aus dieſen ſeinen Erfahrungen gelang es ihm, die Aehnlichkeit der Elektricität mit dem Blitze mit völliger Gewißheit darzuthun, woraus er die fürs menſchliche Geſchlecht ſo wohlthätige Erfindung der Blitzableiter zog, die ihn gewiß unſterblich machen wird. M. ſ. **Blitz, Blitzableiter, Drache, elektriſcher, Luftelektricität.**

Franklin entdeckte auch die beyden Arten der Elektricitäten, und nannte ſie poſitive und negative, behauptete aber, daß es nur Eine elektriſche Materie gäbe, indem er nämlich unter der poſitiven einen Ueberfluß und unter der negativen einen Mangel dieſer Materie verſtand. Sein Freund **Kinnersley** zu Boſton in Neu-England fand, daß die beyden einander entgegengeſetzten Elektricitäten des Glaſes und Schwefels gerade die poſitive und negative Elektricität Franklins war, und welche **dü Fay** mit dem Nahmen **Glas-** und **Harzelektricität** beleget hatte. Auch behauptete Franklin, daß die von ihm angenommene elektriſche Materie für das Glas undurchdringlich ſey *).

Um eben dieſe Zeit entdeckten **Canton** in England und **Beccaria** in Italien zugleich, daß die Luft die Fähigkeit beſitze, die Elektricität durch Mittheilung anzunehmen. Erſterer

*) *Franklin's* new experim. and obſervat. on electricity in ſeveral lettres to Mr. Collinſon, Lond. 1751. 4. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität überſ. von J. H. Wilke Leipz. 1758. 8.

ſierer gebrauchte hierzu ein Paar Kügelchen von Hollundermark, die wohl ausgetrocknet waren, und welche in einem Käſtchen an einem Nagel frey herabhiengen. Vermittelſt dieſer Vorrichtung beobachtete er, daß die Luft eines Zimmers nahe an dem elektriſchen Apparate elektriſiret wurde. Letzterer hieng bloß einen Faden über eine elektriſirte Kette, und bemerkte, daß beyde Enden, nachdem er zu elektriſiren anfieng aus einander fuhren. Auch fand **Beccaria**, daß eine geringe Quantität Waſſers dem Durchgange des elektriſchen Fluidum einen ſehr großen Widerſtand leiſte. Beſonders merkwürdig war es ihm aber, daß ſich ein elektriſcher Funke unter dem Waſſer zeigte. Aus dieſen Verſuchen erhellet, daß es weder vollkommen elektriſche Körper noch vollkommene Leiter gebe. Im Jahre 1753 zeigte auch **Canton**, daß es bloß auf die Glätte der Oberfläche und auf das Reibezeug ankomme, das Glas und andere elektriſche Körper entweder poſitiv oder negativ zu elektriſiren. Dergleichen Verſuche ſind nachher von **Beccaria**, **Wilſon**, **Bergmann**, **Wilke** und **Aepinus** viel weiter getrieben worden.

Zu eben dieſer Zeit wurde auch die wichtige Entdeckung von den elektriſchen Wirkungskreiſen gemacht. **Canton** war der erſte, welcher ſeine Verſuche hierüber der königl. Societät den 6. Dec. 1753 bekannt machte. D. **Franklin** ſetzte die Verſuche des Herrn **Canton** fort, oder veränderte vielmehr dieſelben auf verſchiedene Art, behielt aber noch die gemeine Meinung bey, daß die elektriſchen Atmoſphären aus elektriſcher Materie beſtänden, und gleichnahmige Elektricität mittheilten. Die Abhandlung, welche Nachricht von dieſen Verſuchen des Herrn D. **Franklin** gibt, ward den 18. Dec. 1755 bey der königl. Societät verleſen. Erſt die Herrn **Wilke** und **Aepinus** gaben richtiger an, was man eigentlich unter dem Nahmen, elektriſche Atmoſphäre, verſtehen müſſe. **Wilke** bewies zuerſt das allgemeine Geſetz derſelben, und **Aepinus** beſtätigte es durch neue Verſuche. Letzterer fand, daß elektriſche Glasröhren und Siegellackſtangen abwechſelnde Zonen von poſitiver und negativer Elektricität zeigen.

gen. **Wilke** und **Aepinus** hielten ſich damahls zu Berlin auf, ſetzten daſelbſt ihre Verſuche gemeinſchaftlich fort, bis ſie dadurch auf die Entdeckung kamen, eine Luftſchicht auf eben die Art, wie bisher gemeiniglich mit Glastafeln geſchehen war, zu laden, und über die Theorie des berühmten leidner Verſuchs noch mehr Licht zu verbreiten. Ueberhaupt wurden von dieſen beyden Männern die Gründe zu den neuern wichtigen Erweiterungen der Elektricität geleget, welche beſonders die Vertheilung derſelben betreffen.

Im Jahre 1759 machte **Robert Symmer** ſehr merkwürdige Verſuche über die Elektricitäten geriebener ſeidenen Strümpfe und Bänder, welche von **Franz Cigna** zu Turin unter veränderten Umſtänden wiederhohlt und viel weiter fortgeſetzet wurden. Durch dieſe Verſuche wurde **Robert Symmer** auf die Vermuthung zweyer elektriſchen Materien geleitet, welche ſeit dieſer Zeit von den mehreſten Naturforſchern den größten Beyfall erlangte, und wovon bey den Meinungen über die Urſache der Elektricität weiter gehandelt werden ſoll.

Von dieſer Zeit an erhielt die Elektricität ungemeine Erweiterungen in Anſehung neuer Erfindungen und Anwendungen in dieſer Lehre, welche hier weiter anzuführen dem Zwecke nicht entſprechen würde, weil ſie bey den beſondern Artikeln, wohin dieſe Erfindungen gehören, zum Theil ſchon ſind angeführet worden, und zum Theil noch werden angeführet werden.

Bey den neueſten Unterſuchungen der Elektricität hat man vorzüglich die Wichtigkeit der Lehre von den Wirkungskreiſen eingeſehen. Im Jahre 1775 kam **Volta** auf die Erfindung des **Elektrophors** (m. ſ. **Elektrophor**), im Jahre 1780 erfand **Fürſtenberger** die elektriſche Lampe (m. ſ. **Lampe, elektriſche**) und im Jahre 1783 **Volta** den Condenſator. Der Condenſator hat uns insbeſondere ein Mittel verſchafft, die geringſten Grade der Elektricität bemerkbar zu machen, und man hat auch mit dieſem Inſtrumente wichtige Entdeckungen gemacht. M. ſ. **Condenſator**

der

der **Elektricität**. Im Jahre 1787 kam **Bennet** auf die Erfindung des **Elektricitätverdopplers**, gegen welchen **Cavallo** verſchiedene Zweifel erhob, und ſtatt deſſen im Jahre 1788 ein anderes Inſtrument unter dem Nahmen **Elektricitätsſammler** beſchrieb. M. ſ. **Elektricitätsverdoppler, Elektricitätsſammler.** Endlich wurde im Jahre 1791 durch einen Zufall eine der wichtigſten Entdeckungen der Elektricität in Abſicht auf die Bewegung der Muſkeln in den thieriſchen Körpern gemacht. M. ſ. **Elektricität, thieriſche.**

Obgleich die Hauptgeſetze der Elektricität in ſo weit bekannt genug ſind, um alle elektriſche Erſcheinungen darnach richtig beurtheilen zu können, und ſchon im voraus zu beſtimmen, was unter dieſen oder jenen Umſtänden geſchehen müſſe, ſo iſt es doch noch weit gefehlet, den Stoff ſelbſt, welcher alle dieſe Erſcheinungen bewirket, genau zu kennen. In der Folge werde ich die Meinungen verſchiedener Naturforſcher anführen, welche über die Natur dieſer Materie gemuthmaßet haben.

Die vorzüglichſten Schriften über die Lehre der Elektricität ſind folgende: Eſſai ſur l'électricité des corps p. M. l'Abbé *Nollet*. **Dan. Nollets** Verſuch einer Abhandlung über die Elektricität der Körper. Erfurth 1749. 8. A compleat treatiſe on electricity in theory and praxis, by *Cavallo*. Lond. 1778. 1784. 8. Vollſtändige Abhandlung der theoretiſchen und praktiſchen Lehre von der Elektricität. 4te Auflage. Leipzig 1797. 8. Die Lehre von der Elektricität theoretiſch und praktiſch auseinander geſetzet von **Joh. Aug. Donndorf.** 1. und 2. Band. Erfurth 1784. 8. Eſſay on electricity by *Adams*. Lond. 1784. 8. **Adam's** Verſuch über die Elektricität. Leipzig 1785. 8. Eine lehrreiche Geſchichte der Elektricität von **Prieſtley**, the hiſtory and preſent ſtate of electricity, with original experiments by *Joſeph Prieſtley*. Lond. 1769. 4. **Joſeph Prieſtley's** Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Elektricität, nebſt eigenthümlichen Verſuchen, überſ. von **Joh. Georg Krünitz.**

Krünitz. Berlin und Stralſ. 1772. 4. Beyträge zur theoretiſchen und praktiſchen Elektricitätslehre, von **Bohnenberger.** 3tes Stück. Stuttgard 1794. 8. welche Berichtigungen und Zuſätze zu der prieſtleyſchen Geſchichte der Elektricität enthält. Eine elektriſche Bibliographie, die fortgeſetzet zu werden verdiente, hat Herr **Krünitz** — Verzeichniß der vornehmſten Schriften von der Elektricität. Leipzig 1769. 8. — geliefert.

Hypotheſen über die Urſache der Elektricität.

Nach der Meinung der erſten Elektriſirer, welchen noch keine andern Erſcheinungen als das Anziehen bekannt war, geſchah das elektriſche Anziehen vermittelſt fettiger Ausflüſſe, welche aus dem durch Reiben elektriſch gemachten Körper hervorkamen, und in dieſelben wieder zurückgiengen. Man nahm an, daß dieſe Ausflüſſe ſich an alle Körper, welche ihnen im Weg kamen, anſetzten, und alle diejenigen, welche nicht zu ſchwer waren, mit ſich zurückführten. Dieſe Meinung hatte **Gilbert, Boyle** und andere. Ohne Zweifel haben dieſe Ausflüſſe, die ſich nach der Einbildung der Alten rund um den Körper bis zu einer gewiſſen Entfernung von demſelben aufhielten, und auch wieder in denſelben zurückgiengen, zu der ſo genannten Benennung der elektriſchen Atmosphäre Veranlaſſung gegeben.

Aus den beyden Fragen über die Elektricität, welche **Newton** ſeiner Optik angehängt hat, erhellet, daß **Newton** dafür gehalten, daß aus elektriſirten Körpern eine elaſtiſche Flüſſigkeit herausgehe, welche das Glas frey durchdringe, und daß dieſes Herausgehen vermittelſt der ſchwingenden Bewegungen der Theile der durch das Reiben elektriſch gemachten Körper bewerkſtelliget werde. Dieſe flüſſige elaſtiſche Materie ziehe anſänglich die leichten Körper an, und ſtoße ſie durchs Ausgehen aus dem weiter elektriſirten Körper wieder zurück.

Als **du Fay** die beyden entgegengeſetzten Arten der Elektricität entdecket hatte, ſo glaubte er ſich auch berechtiget,

zwey

zwey verſchiedene elektriſche Flüſſigkeiten anzunehmen, welche ſich ſelbſt zurückſtoßen und auch einander anziehen. Allein er zeigt nirgends an, wie er ſich die Urſache der gegenſeitigen Zurückſtoßung und Anziehung vorſtelle. Er nimmt bloß die Meinung an, daß das Anziehen und Zurückſtoßen aus gewiſſen den elektriſirten Körpern umringenden Wirbeln herrühre, nur zeigt er den Unterſchied zwiſchen den Wirbeln beyder verſchiedenen Arten der elektriſchen Flüſſigkeiten nicht an.

Nachdem aber die Elektricität anfieng, ſich unter einer größern Mannigfaltigkeit von Erſcheinungen zu zeigen, und ſelbſt die Werkzeuge der Sinne, nämlich des Geruchs, des Gefühls, Geſchmacks und des Gehörs zu afficiren, indem die Körper nicht bloß angezogen und zurückgeſtoßen, ſondern auch aus ihnen Funken herausgelocket wurden, welche oft mit einem ziemlich ſtarken Knall, mit einer ſchmerzhaften Empfindung und mit einem Phosphorgeruch begleitet waren; ſo wurden die Phyſiker dadurch auf die Vermuthung geleitet, daß eine eigene elektriſche Materie dabey im Spiele wäre, welche von einigen als elementariſch, von andern für das Elementarfeuer, von noch anderen, und vorzüglich von **Boulanger** α), für die feinern Theile der Atmosphäre, welche ſich auf den Oberflächen der elektriſchen Körper anhäuften, indem die gröbern Theile der Luft durch das Reiben hinweggebracht wären, angenommen wurde. Man glaubte, dieſe Materie habe ihren Sitz vorzüglich in den elektriſchen Körpern, werde durch das Reiben locker gemacht und in Thätigkeit geſetzt, und gehe aus den geriebenen Körpern in die daran gehaltenen Leiter über.

Die merkwürdigſte unter den damahligen Theorien war des Abts **Nollet** β) Hypotheſe der **gleichzeitigen Zu- und Ausflüſſe**. Er bewies zuerſt aus den elektriſchen Verſuchen, daß es eine elektriſche Materie gebe, welche weit feiner

α) Traité de la cauſe et des phénomènes de l'électricité. à Paris, 1750. 8.

β) Leçons de phyſique. Th. VI. S. 426 f.

ner als die Luft ſey, ſich in geraden Linien fortbewege, und um die elektriſirten Körper Atmosphären bilde. Nach **Nollets** Meinung ſtrömt dieſe Materie aus den elektriſirten Körpern in gerader Richtung aus, zu gleicher Zeit aber ſtrömt eben ſo viel von dieſer Materie aus den benachbarten Körpern, ja ſelbſt aus der angrenzenden Luft in den Körper hinein. Bey einem ſtarken Grade von Elektricität werden dieſe beyden gleichzeitigen Ströme durch ihren Stoß gegen einander entzündet. Bey einem jeden durch Reiben elektriſch gemachten Körper, ſo wie bey jedem, dem die Elektricität mitgetheilet wird, nimmt er zweyerley Zwiſchenräume an, davon die einen die Ströme herauslaſſen, und die andern dieſelben in ſich nehmen, wovon jene nicht ſo zahlreich als dieſe ſind. Dieſe Materie ſoll nach ſeiner Meinung die Leiter ſehr leicht, die Nichtleiter aber ſchwer oder gar nicht durchdringen, wenn dieſe nicht gerieben oder erwärmet werden. Sie iſt überall verbreitet, und aller Wahrſcheinlichkeit nach einerley mit dem Elementarfeuer, nur daß ſie ſich bisweilen mit einigen feinen Theilen der Körper verbindet.

Aus dieſen angenommenen Sätzen erkläret nun **Nollet** das elektriſche Anziehen und Zurückſtoßen leichter Körper auf folgende Art: Weil die Anzahl der Zwiſchenräume, aus welchen die elektriſche Materie ausſtrömet, weit geringer iſt, als die Anzahl derjenigen Zwiſchenräume, in welche die Materie einſtrömet, ſo wird ein kleiner leichter Körper in einer gewiſſen Entfernung von dem elektriſirten Körper durch die zufließenden Strahlen ergriffen, und ſtärker fortgeriſſen, als ihn die divergirenden ausfließenden viel ſchwächern Strahlen abſtoßen. Auf dieſe Weiſe gelangt er folglich an den elektriſirten Körper, wo die ausfließende Materie mehr concentrirt iſt, und durch ihren Ausfluß zurückſtößt. Binnen dieſer Zeit, da der leichte Körper vom elektriſirten angezogen und abgeſtoßen wird, erlangt er ſelbſt durch Mittheilung Elektricität, d. h., es entſteht Ausfluß aus ſeinen eigenen Zwiſchenräumen, und Einſtrömen in dieſelben. In dieſem Zuſtande kann er nun von dem elektriſirten Körper nicht wieder angezogen

zogen werden, weil ſeine ausfließende Materie der ausfließenden aus dem elektriſirten Körper gerade entgegengeſetzet iſt. Verliert er hingegen ſeine Elektricität durch Berührung mit andern Körpern, ſo befindet er ſich alsdann wieder in ſeinem vorigen natürlichen Zuſtande, und das Spiel geht von neuem wieder an.

In Anſehung der beyden verſchiedenen Arten der Elektricitäten machte **Nollet** weiter keinen Unterſchied, er behauptete vielmehr, daß die Elektricität desjenigen Körpers, welcher in die Atmosphäre eines elektriſirten Körpers gebracht worden, von gleicher Art mit der Elektricität des elektriſirten Körpers ſey.

Nachdem nun der unerwartete Verſuch mit der leidner Flaſche bekannt wurde, ſo waren alle bisher bekannte Theorien über die Elektricität nicht hinreichend, dieſes elektriſche Phänomen genugthuend zu erklären. **Nollet**, welcher dieſen Verſuch in Frankreich zuerſt mit einer Phiale nachmachte, verſuchte ihn nach ſeiner aufgeſtellten Hypotheſe zu erklären, ohne jedoch Rückſicht auf die verſchiedenen Elektricitäten der beyden Seiten des Glaſes zu nehmen. Er betrachtete daher dieſen Verſuch aus einem ganz andern Geſichtspunkte, als es ſeiner Natur nach hätte ſeyn ſollen. Seine Begriffe von der Ladung der leidner Flaſche waren folglich ganz irrig, welche er auch nur als eine Ueberfüllung mit der elektriſchen Materie annahm. Seine Erklärung über die Erſchütterung beym Entladen war dieſe: er glaubte, daß zwey ausfließende Ströme, deren einer aus der innern, und der andere aus der äußern Seite der leidener Flaſche komme, und welche ſich im Körper der entladenden Perſon begegneten, zuſammenſtießen, und dadurch die in ihr enthaltene elektriſche Materie erſchütterten. Ganz wider alle Erfahrung nahm er auch an, daß man die leidner Flaſche auch iſolirt laden könne, und dieß widerſpricht auch ſeiner Hypotheſe keines Weges. Auch läugnet er ebenfalls wider alle Erfahrung beym Entladen die Nothwendigkeit der Verbindung beyder Seiten.

Gleich nach der Entdeckung des leidner Verſuchs wurde auch **Watſons** Erfindung bekannt, daß der geriebene Körper die Elektricität nicht aus ſich ſelbſt hervorbringe, ſondern aus dem Reibzeug hernehme. Dieſe Erfindung brachte eine ganz veränderte Vorſtellung über die Erregung der Elektricität zu Wege, und ſelbſt **Watſon** bekam dadurch den Begriff von der Plus- und Minus-Elektricität. Daher war er der Meinung, daß diejenige Perſon, welche aus ſeiner elektriſirten Glaskugel einen Funken auszog, eben dasjenige durch die Mittheilung erhalte, was ihr das Reibzeug gegeben habe, mithin vor dem Ausziehen des Funkens die Glaskugel mehr Elektricität, das iſolirte Reibzeug weniger als ſonſt, müſſe gehabt haben. **Watſon** hat ſeine Abhandlung hierüber gleich zu Anfange des Jahres 1747 dem Hrn. **Martin Folkes**, damahligem Präſidenten der königl. Societät zu London, übergeben *), noch ehe man in England wußte, daß **Franklin** in Amerika eben das entdeckt hatte.

Vorzüglich war aber **Franklin** der erſte, welcher eine Theorie der bekannten elektriſchen Phänomene entwarf, welche den bekannten Geſetzen ein Genüge that, und welche auch bis auf den heutigen Tag noch nicht widerleget iſt, vielmehr laſſen ſich alle elektriſche Erſcheinungen hiernach genugthuend erklären. Wenn zwey Perſonen auf Wachs ſtanden, deren eine eine gläſerne Röhre rieb, und die andere den Funken daraus zog, ſo zeigten beyde Elektricität, und gaben ſich unter einander einen weit ſtärkern Funken, als wenn eine jede von einer dritten Perſon berühret ward. Daraus machte **Franklin** den Schluß, daß eine von beyden das hergebe, was die andere erhalte, und daß folglich vor dem hergeſtellten Gleichgewichte die eine mehr die andere weniger gehabt habe. Dieß veranlaßte ihn, die eine Elektricität die **poſitive** und die andere die **negative** zu nennen, und daraus entſtanden folgende Grundſätze des **frankliniſchen Syſtems:**

I.

*) Philoſoph. tranſact. Vol. XLIV. p. 739. Vol. XLV. p. 93.

1. Es iſt in allen Körpern eine einzige ganz feine Materie verbreitet, welche die Urſache von den elektriſchen Erſcheinungen enthält.

2. Dieſe feine elektriſche Materie iſt ein expanſibles Fluidum, oder eine ſolche, deren Theile Repulſionskraft gegen einander ausüben.

3. Dieſe feine flüſſige elektriſche Materie wird von den Theilen anderer Körper angezogen, und kann dadurch in den Zuſtand gebracht werden, daß er aufhört, expanſibel zu ſeyn.

4. Ein jeder Körper kann aber nur eine gewiſſe Menge von dieſer elektriſchen Materie enthalten, etwa eben ſo, wie eine Menge Waſſer eine gewiſſe Quantität Salz im aufgelöſeten Zuſtande erhalten kann. In einem ſolchen Zuſtande wird alſo der Körper gleichſam mit der elektriſchen Materie geſättiget ſeyn, ſo daß er keine elektriſche Erſcheinungen mehr geben kann; man nennt ihn alsdann den **natürlichen Zuſtand der Elektricität des Körpers.**

5. Wenn der Körper eine größere Menge der elektriſchen Materie beſitzet, als ſein natürlicher Zuſtand erfordert, ſo wird er poſitiv elektriſiret oder erlangt Pluselektricität.

6. Wenn im Gegentheil dem Körper von der Menge der elektriſchen Materie, die er in ſeinem natürlichen Zuſtande enthält, entzogen wird, ſo wird er negativ elektriſiret, oder erhält die Minuselektricität.

7. Alle nicht iſolirte leitende Körper ſind im natürlichen Zuſtande der Elektricität.

8. Der poſitive oder negative Zuſtand der Elektricität kann nur iſolirten Körpern zukommen.

9. Die elektriſche Materie kann nur alsdann aus einem Körper in einen andern übergehen, wenn das elektriſche Gleichgewicht gehoben iſt und kein Widerſtand eines Nichtleiters den Uebergang verhindert.

10. Ein Körper, aus welchem die elektriſche Materie an einen andern übergehen ſoll, muß in Beziehung auf dieſen Pluselektricität haben.

11. Aller poſitiv- oder negative Zuſtand der Körper entſteht entweder durch Uebergang oder Vertheilung.

12. Die elektriſche Atmosphäre der Körper oder ihr Wirkungskreis iſt Luft durch Vertheilung elektriſiret.

Hieraus laſſen ſich alle oben angeführte elektriſche Erſcheinungen erklären: Wenn die Glasröhre gerieben wird, ſo wird dadurch dem Reibzeuge die elektriſche Materie entzogen, und wegen der nicht leitenden Eigenſchaft des Glaſes auf der Oberfläche deſſelben angehäuft. Iſt nun das Reibzeug iſolirt, ſo kann es ſeinen Mangel der elektriſchen Materie nicht wieder erſetzen, folglich iſt es negativ elektriſiret. In den Fällen, wo der elektriſche Körper negativ elektriſiret wird, gibt dieſer von ſeiner elektriſchen Materie her, und dieß erhält das Reibzeug, das folglich in dieſem Falle das Reibzeug, wenn es iſolirt iſt, poſitive Elektricität zeigt, während der geriebene Körper negative hat. Iſt das Reibzeug durch leitende Körper mit der Erde verbunden, und es kann die von demſelben ins Glas übergegangene elektriſche Materie wieder erſetzet werden, ſo bleibt auch das Reibzeug beſtändig im natürlichen Zuſtande, und kann daher immer neue elektriſche Materie in das Glas überführen, wenn dieſe abgeleitet wird.

Ein jeder elektriſirter Körper hat einen größern oder geringern Wirkungskreis, in welchem ſich das elektriſche Anziehen und Abſtoßen äußert. Der negativ elektriſirte Körper hat eben ſo gut einen elektriſchen Wirkungskreis als der poſitiv elektriſirte. Dieſer entſteht nach dieſem Syſtem allein durch Vertheilung der natürlichen elektriſchen Materie der Luft. Wird nämlich ein Körper poſitiv elektriſiret, ſo wird die zurückſtoßende Kraft der auf ihm angehäuften elektriſchen Materie auch auf die natürliche elektriſche Materie der Luft wirkſam, und ſtört dieſe in ihrem Gleichgewichte, ſo daß ſie nun ſelbſt Zurückſtoßungskraft in ihren Theilen und Anziehungskraft gegen andere Materien um den elektriſirten Körper herum zeiget, und zwar nach dem von **Coulomb** entdeckten und oben angeführten Geſetze. Die Luft ſelbſt erhält

hierbey

hierbey als ein Nichtleiter keine elektriſche Materie durch Mittheilung von dem elektriſirten Körper, als in ſo fern ſie leitende Subſtanz enthält. Wird im Gegentheil der Körper negativ elektriſiret, ſo wird ebenfalls der natürliche Zuſtand der Elektricität der Luft gehoben, ihre natürliche elektriſche Materie ſtrebt in den Körper einzudringen, oder wird von dem Körper angezogen, ohne ſich doch wegen der nicht leitenden Eigenſchaft der Luft von derſelben ihm mittheilen zu können. Weil alſo dieß Beſtreben der elektriſchen Materie der Luft gegen den negativ elektriſirten Körper offenbar eine thätige Kraft beweiſet, ſo muß auch nothwendig dieſelbe elektriſche Materie aus andern benachbarten Körpern anziehen und zwar wiederum nach dem von **Coulomb** angegebenen Geſetze.

Wenn ein iſolirter leitender Körper dem poſitiv elektriſirten Körper nahe gebracht wird, ſo daß er in ſeinen Wirkungskreis kömmt, ſo äußert die abſtoßende Kraft der wirkſam gewordenen elektriſchen Materie der Luft in dieſem Wirkungskreiſe auf die natürliche elektriſche Materie dieſes Leiters Thätigkeit, und es ſucht ſich die elektriſche Materie gleichförmig zu verbreiten, ohne jedoch wegen der nichtleitenden Eigenſchaft der Luft in den Leiter übergehen zu können. Es wird folglich dadurch die natürliche elektriſche Materie des Leiters aus dem Gleichgewichte gebracht; häuft ſich folglich in dem entferntern Ende des Leiters mehr an, während ſie in dem genäherten Ende unter ihre natürliche Menge vermindert iſt. Wäre hingegen der Körper negativ elektriſiret, ſo ſtrebt die natürliche elektriſche Materie des iſolirten Leiters diejenige elektriſche Materie der Luft, welche ein Beſtreben gegen den negativ elektriſirten Körper hat, zu erſetzen; daher wird auch die natürliche elektriſche Materie des iſolirten Leiters aus dem Gleichgewichte gebracht, und häuft ſich folglich in dem genäherten Ende des Leiters an, wird alſo hier poſitiv und im entgegengeſetzten Ende negativ elektriſiret. Es erkläret ſich alſo hieraus ſehr leicht das allgemeine oben angeführte Geſetz der Elektricität.

Wenn man den iſolirten Leiter, ohne ihn mit einem andern Leiter berühret zu haben, aus dem Wirkungskreiſe des elektriſirten Körpers entfernet, ſo verbreitet ſich nun wieder ſeine aus dem Gleichgewicht gebrachte natürliche elektriſche Materie gleichförmig, und weil er nichts davon verloren, auch nichts dazu empfangen hat, ſo kehret er dadurch in ſeinen vorigen natürlichen Zuſtand zurück, kann alſo keine Elektricität zeigen.

Wenn der in den Wirkungskreis des elektriſirten Körpers gebrachte Leiter nicht iſoliret iſt, ſo entſteht ebenfalls in dem genäherten Ende die entgegengeſetzte Elektricität, aber in dem entfernten Ende ſetzt ſich alles wegen der Nichtiſolirung ins natürliche Gleichgewicht. Je näher aber der nicht leitende iſolirte oder auch nichtiſolirte Körper dem elektriſirten Körper rückt, deſto größer iſt nun die Wirkung der beyden einander entgegengeſetzten Elektricitäten, ſo daß endlich die auf dem poſitiv elektriſirten Körper angehäufte elektriſche Materie die Luft durchbricht, und ſich auf beyde Körper nach den Geſetzen des Gleichgewichtes vertheilet. In dieſem Falle entſteht alſo ein Funke, und wenn der leitende Körper iſoliret iſt, Elektricität durch Mittheilung, durch Abgabe oder Annahme der elektriſchen Materie.

Wenn in den vorangeführten Fällen das entferntere Ende des Leiters mit einem leitenden Körper, z. B. mit dem Finger, berühret wird, während das andere Ende in dem Wirkungskreiſe des elektriſirten Körpers bleibt, ſo entſteht ein Funke, und die Elektricität an dieſem Ende hört auf. Iſt nämlich das Berührte poſitiv elektriſiret, ſo geht die elektriſche Materie von demſelben an den Finger über, und ſetzt ſich ins Gleichgewicht, iſt es hingegen negativ elektriſiret, ſo ſtrömt aus dem berührenden Leiter elektriſche Materie in daſſelbe, und das Gleichgewicht wird ebenfalls hergeſtellt. Das dem elektriſirten Körper zugekehrte Ende des Leiters behält wegen der vorhin angegebenen und noch jetzt Statt findenden Urſache die entgegengeſetzte Elektricität. Entfernet man nun den Leiter aus dem Wirkungskreiſe des elektriſirten Körpers,

pers, ſo hat er nun überall, wenn er iſoliret iſt, die entgegengeſetzte Elektricität des elektriſirten Körpers.

Eben ſo leicht wird man hieraus das Anziehen und das Abſtoßen leicht beweglicher leitender Körper, ſie mögen iſolirt oder nicht iſolirt ſeyn, nach dem frankliniſchen Syſtem erklären können. Auch iſt nach dieſem Syſtem die Erklärung der Geſetze der entgegengeſetzten Elektricitäten gar nicht ſchwer. Man nehme z. B. zwey Korkkügelchen poſitiv elektriſiret an, ſo fliehen ſie einander, weil ſie ihren Ueberfluß der elektriſchen Materie an die umgebende Luft abzuſetzen ſtreben. Ein einziges auf dieſe Weiſe elektriſirtes Korkkügelchen würde dieß nach allen Seiten hin gleichförmig thun, folglich muß es ruhen. Bey zwey oder mehreren ſich berührenden hingegen muß jenes Beſtreben nach der äußern Seite hin ſtärker ſeyn als nach der andern, und ſie ſcheinen alſo einander abzuſtoßen. Geſetzt auch die Korkkügelchen wären negativ elektriſiret, ſo ſuchen ſie ihren Mangel an elektriſcher Materie aus der Luft zu erſetzen, und ſcheinen ſich abzuſtoßen; weil auch hier die elektriſche Materie der umgebenden Luft durchs Anziehen auf ihrer äußern Seite ſtärker wirkt. Bey zwey ungleichartig elektriſirten iſolirten leicht beweglichen leitenden Körperchen, welche einander genähert werden, muß das Streben nach der innern Seite zu ſtärker als nach der äußern Seite der Wirkungskreiſe ſeyn, und ſie müſſen ſich alſo nähern. Hieraus läßt ſich auch das wechſelsſeitige Anziehen und Zurückſtoßen eines leicht beweglichen iſolirten Leiters zwiſchen einem elektriſirten und nicht elektriſirten, wie z. B. der Tanz der elektriſchen Puppen, das elektriſche Glockenſpiel u. ſ. f. ungemein leicht begreifen *).

Eben ſo leicht läßt ſich auch die Erklärung nach dem frankliniſchen Syſtem von der Ladung und Entladung der leidner Flaſche geben, wie unter dem Artikel **Flaſche, geladene** gezeiget werden ſoll.

*) Gren Grundriß der Naturlehre. Dritte Auflage, Halle 1797. 8. §. 1313 ff.

Auch die Phänomene des **Elektrophors** werden nach dieſem Syſteme ſehr glücklich erkläret. M. ſ. **Elektrophor.**

Gegen **Franklins** poſitive und negative Elektricität hat man vorzüglich eingewendet, daß noch niemand durch einen entſcheidenden Verſuch habe beweiſen können, welche von beyden die poſitive oder die im Ueberfluß beſtehende elektriſche Materie ſey. Es ſollten ſich nämlich doch hier deutliche Anzeigen finden, wo man den Ueberfluß und Mangel antreffe. **Franklin**, welcher ſchon dieſerwegen von ſeinem Freunde **Kinnersley** befraget wurde, nahm die Glaselektricität für die poſitive an, wozu ihm folgende Gründe beſtimmten:

1. Die Glaselektricität gibt weit ſtärkere und längere Funken, als die einer Schwefelkugel. Er erklärt dieß daher, weil die Körper fähiger wären, mehr Elektricität anzunehmen, als die ihnen eigene Elektricität aus ſich herzugeben; dieſerwegen erhalte auch ein iſolirter Leiter, welcher dem elektriſirten Glaſe nahe genug iſt, weit mehr Elektricität, als wenn er dem elektriſirten Schwefel genähert worden.

2. Wenn die Glaselektricität aus Spitzen ausgeht, ſo ſind die Feuerbüſchel lang, ſtark und praſſelnd; im Gegentheil ſind ſie kürzer, ſchwächer und mehr ziſchend, wenn eine Spitze Harzelektricität verlieret. Die ſtarken Büſchel nimmt **Franklin** für Ausſtrömen des Ueberfluſſes, die ſchwachen für Eindringen an, wodurch Mangel erſetzet werde.

3. **Franklin** glaubte zu bemerken, daß der Funke zwiſchen ſeinem Finger und der Schwefelkugel ſich über die Oberfläche des Fingers zu verbreiten ſchien, gleichſam als ob er aus dem Finger ausfließe; da im Gegentheil bey der Glaskugel der Erfolg anders war.

4. Sey das Blaſen der negativen Spitzen ſchwächer als der poſitiven.

Alle dieſe von **Franklin** angegebenen Gründe haben freylich gar kein Gewicht, und ſie können ſehr leicht von ſeinen Gegnern widerleget werden. Allein es dünkt mich, **Franklin** und ſeine Anhänger haben ſich keinen diſtinkten Begriff von der poſitiven und negativen Elektricität gemacht. Man kann

an und für ſich gar nicht ſagen, die Glaselektricität ſey poſitiv und die Elektricität des Schwefels negativ; es ſind dieſe Begriffe von der poſitiven und negativen Elektricität nur relativ. Es kann nämlich ein Körper in Beziehung eines andern Körpers nur poſitiv elektriſiret ſeyn, in ſo fern die elektriſche Materie aus jenem Körper in dieſen übergehen ſoll. Daraus folgt alſo natürlich, daß unter gewiſſen Umſtänden das Glas ſo wohl als auch das Harz poſitiv und unter andern Umſtänden negativ elektriſiret ſeyn kann. Es iſt alſo die Frage, welche von beyden die poſitive elektriſche Materie ſey, nicht nur unnöthig, ſondern ſo gar ungereimt. Denn ſo bald ein Körper negativ elektriſiret iſt, ſo wird die Elektricität der ihn umgebenden Luft im Gleichgewichte geſtöret, und da dieſe wegen ihrer nichtleitenden Kraſt keine Mittheilung verſtattet, ſo muß die elektriſche Materie um den Körper angehäuft eben ſo gut wie bey einem poſitiv elektriſirten Körper ſich wirkſam erweiſen. Es fällt daher dieſer Einwurf gegen das frankliniſche Syſtem gänzlich weg.

Der frankliniſchen Theorie ſteht eine andere entgegen, deren erſter Urheber **Robert Symmer** *) iſt. Nach dieſer gibt es zwey verſchiedene elektriſche Materien, wovon die eine, wenn ſie einzeln thätig iſt, den poſitiven, die andere aber den negativen Zuſtand **Franklins** zu Wege bringt. Es rührt folglich dieſer letzte Zuſtand auch von einem poſitiven Werth her. Dieſe beyden verſchiedenen Materien ziehen ſich unter einander an, und bey ihrer Vereinigung in einem Körper heben ſie ſich in ihren Wirkungen gegen einander auf, ſo daß ſie ſich in dieſem Zuſtande gleichſam binden, und alle ſenſible Elektricität zernichten. Hieraus ſieht man alſo, daß nach dieſem dualiſtiſchen Syſteme eine jede der entgegengeſetzten elektriſchen Materien nur einzeln für ſich eine expanſible flüſſige Materie iſt, daß ſie es aber in ihrer Verbindung nicht mehr ſind. Im natürlichen Zuſtande hat ein jeder Körper, wo er kein Zeichen der Elektricität von ſich gibt, beyde elektriſche Materien unter ſich verbunden, und zwar ſo, daß ſie

*) Philoſoph. transact. Vol. LI. P. I.

ſich gegen einander aufheben, und folglich o E machen. Wird dieß Gleichgewicht der beyden elektriſchen Materien auf irgend eine Art aufgehoben, ſo wird nun der Körper elektriſiret. Er wird poſitiv elektriſiret, wenn ihm ein freyes + E mitgetheilet, oder wenn ihm von ſeinem natürlichen — E entzogen wird. Hingegen erhält er die negative Elektricität, wenn ihm freyes — E mitgetheilet, oder wenn ihm von ſeinem natürlichen + E entzogen wird. Es kann aber auch das freye + E oder — E eines elektriſirten Körpers das gebundene Gleichnahmige eines Körpers abſtoßen, und das Ungleichnahmige anziehen, ſo daß Elektricität durch Vertheilung geſchiehet. So viel Anhänger auch dieſes dualiſtiſche Syſtem erhalten hat, ſo erinnert doch Herr **Gren** ganz recht, daß es nicht mehr und nicht leichter erkläret, als das frankliniſche, welches ſo wenig ein bekanntes elektriſches Phänomen unerklärt läßt, als das dualiſtiſche. Nach dieſem Syſteme gebrauchet man zur Erklärung der elektriſchen Phänomene nicht zwey, ſondern drey Materien; nämlich ein + E, ein — E und ein o E; denn dieſes o E iſt eine, aus den beyden andern Materien durch Zuſammenſetzung entſprungene neue Materie.

Auch Herr **de Lüc** *) hat eine eigene Theorie von der Elektricität entworfen, in welcher er nur ein einziges elektriſches Fluidum annimmt, welches eine ſehr große Aehnlichkeit mit dem Waſſerdampfe habe. Das Weſentlichſte dieſer Theorie beſteht im Folgenden:

1. So wie die Waſſerdünſte aus einem fortleitenden Fluidum (Feuer) und einer bloß ſchweren Subſtanz (Waſſer) zuſammengeſetzet ſind, ſo beſteht auch das elektriſche Fluidum aus einem fortleitenden Fluidum, welches **de Lüc** das elektriſche fortleitende Fluidum nennt, und einer bloß ſchweren Materie, welches die elektriſche Materie iſt.

2. So wie ſich die Waſſerdünſte zum Theil zerſetzen, wenn ſie eine zu große Dichtigkeit erlangen, und ſodann ihr fortleitendes Fluidum frey wird, eben ſo zerſetzt ſich zum Theil das elektriſche Fluidum, wenn es eine zu große Dichtigkeit erhält,

*) Neue Ideen über die Meteorologie Th. I. S. 265 u. f.

erhält, und es zeigt ſich ſein fortleitendes Fluidum. Auf dieſe Eigenſchaft gründet ſich die Erſcheinung des elektriſchen Lichtes, welches als ein Beſtandtheil des frey werdenden fortleitenden Fluidums bey den Zerſetzungen eben ſo hervorgehet, wie beym Verbrennen das Feuer.

3. So wie das Feuer, das fortleitende Fluidum der Waſſerdünſte, das Waſſer, womit es in den Dünſten vereiniget iſt, verläßt, ſo bald ein weniger warmer Körper als dieſe ſind, ſich ihnen nähert: eben ſo, aber weit ſchneller, verläßt das fortleitende elektriſche Fluidum, welches ein Körper beſitzt, zum Theil die elektriſche Materie, womit es verbunden iſt, und verbindet ſich mit einem Körper nach gewiſſen Geſetzen, welcher verhältnißmäßig weniger davon hat.

4. So wie das Feuer der Waſſerdünſte alle Körper durchdringt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen, und das Waſſer auf der Oberfläche der Körper abſetzt, eben ſo, aber weit ſchneller, durchdringt das fortleitende elektriſche Fluidum alle Körper, um ſein Gleichgewicht wieder herzuſtellen, und ſetzt ebenfalls die elektriſche Materie auf den Körper, welchen es durchdrungen hat, ab; jedoch nach der Natur der Subſtanzen.

5. So wie das Feuer und Waſſer, welche die Waſſerdünſte ausmachen, wenn ſie gleich in dieſem Zuſtande in ihren Eigenſchaften ſich nicht mehr zu erkennen geben, dennoch ihre Verwandtſchaften und ihren Hang zu hygroſkopiſchen Subſtanzen, worauf ſich die ganze Hygrometrie gründet, behalten, eben ſo behalten die Beſtandtheile des elektriſchen Fluidums, ungeachtet ihrer Verbindung, ihren Hang und ihre Verwandtſchaften zu andern Subſtanzen, woraus die meiſten elektriſchen Phänomene entſpringen.

6. Die elektriſche Materie beſonders behält ihre eigenthümlichen Verwandtſchaften in ihrem Fluidum, ſo wie das Waſſer die ſeinigen in den Dünſten; dieſe beyden Subſtanzen haben aber noch eine andere ſehr merkwürdige Aehnlichkeit. So wie die Verwandtſchaften des Waſſers, welche die hygroſkopiſchen Phänomene hervorbringen, ſich ohne Wahl äußern; eben

eben ſo äußern ſich die Verwandtſchaften der elektriſchen Materie mit andern Subſtanzen auch ohne Wahl.

7. Wenn gleich das Waſſer der Waſſerdämpfe das Waſſer verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen, ſo bleibt doch etwas in dem Orte, wo das meiſte dieſer Dünſte iſt, aber ein Theil des Fluidums wird latent, d. h. es äußert ſeine beſondern Eigenſchaften nicht mehr. Eben ſo, wenn das Gleichgewicht des fortleitenden elektriſchen Fluidums in den benachbarten Körpern wieder hergeſtellet iſt, enthalten diejenigen, welche verhältnißmäßig mehr elektriſche Materie haben, das meiſte von dieſem fortleitenden Fluidum, aber dieſer Ueberſchuß iſt gleichfalls in dem elektriſchen Fluidum verborgen.

8. So wie endlich die ausdehnende Kraft zweyer Maſſen von Waſſerdämpfen im Gleichgewicht ſeyn kann, obgleich die eine weniger Waſſer als die andere, verhältnißmäßig mit ihrem Volumen, enthält, wenn die Vorausſetzung angenommen wird, daß ſie zu gleicher Zeit mehr Feuer beſitzt; eben ſo kann die ausdehnende Kraft zweyer Maſſen vom elektriſchen Fluidum in Gleichgewicht ſeyn, obgleich die eine eine geringere verhältnißmäßige Menge elektriſcher Materie beſitzt, wenn nur zu gleicher Zeit die Menge ihres fortleitenden Fluidums größer iſt.

Dieß ſind die Aehnlichkeiten zwiſchen dem elektriſchen Fluidum und den Waſſerdünſten, welche Herr **de Lüc** angegeben hat, und welche nur auf die Vorſtellungen des Herrn **de Lüc** von den Waſſerdünſten, keinesweges aber auf klare Erfahrungen ſich gründen. Herr **Lampadius** *) hat zu dieſen Aehnlichkeiten noch ein Paar andere hinzugeſetzet.

9. Die Waſſerdämpfe haben im luftleeren oder im verdünnten Raume eine freyere Wirkungskraft, und erzeugen ſich daſelbſt in größerer Menge, als unter dem Drucke der Atmoſphäre. Eben ſo wirkt das elektriſche Fluidum im leeren Raume ſtärker, als in der freyen Luft. Unter andern ſieht man

*) Verſuche und Beobachtungen über die Elektricität und Wärme der Atmoſphäre. Berlin u. Stett. 1793. 8. Kap. 2. §. 20 u. f.

man dieß an den **lichtenbergiſchen Figuren**, welche im luftleeren Raume viel größer und ausgedehnter entſtehen.

10. Obgleich das elektriſche Fluidum im luftleeren Raume keinen Widerſtand antrifft, ſo zeigt es doch darin ſein Licht vorzüglich ſtark, und dieß iſt nach **de Lüc's** Syſtem ein Beweis, daß es ſich daſelbſt zerſetze.

Die vorzüglichſten Unterſchiede hingegen zwiſchen den Waſſerdämpfen und dem elektriſchem Fluidum ſind nach **de Lüc** folgende:

1. Wenn das Feuer das Waſſer in den Waſſerdünſten verläßt, um das Gleichgewicht der Temperatur wieder herzuſtellen, ſo wird es nicht von andern Subſtanzen angezogen, ſondern dehnt ſich bloß ſo lange aus, bis es im Gleichgewichte iſt. Wenn aber das fortleitende elektriſche Fluidum die elektriſche Materie verläßt, um das elektriſche Gleichgewicht wieder herzuſtellen, ſo wird es vermöge der Anziehung zu allen Subſtanzen bewegt, und zwar in dem Augenblicke, da eine benachbarte Subſtanz verhältnißmäßig weniger davon beſitzt.

2. Das Waſſer in den Dämpfen äußert ſeine Verwandtſchaft ohne Wahl nur gegen die hygroſkopiſchen Subſtanzen; da im Gegentheil die elektriſche Materie die Verwandtſchaft gegen alle Subſtanzen, ſelbſt gegen die Dünſte und gröbern Flüſſigkeiten, äußert.

3. Ferner äußert ſich die Verwandtſchaft des Waſſers mit den hygroſkopiſchen Subſtanzen nur in der Berührung. Der Hang der elektriſchen Materie aber zu allen Körpern äußert ſich auch ſchon in Entfernungen, welche nach der verſchiedenen Beſchaffenheit der Subſtanzen auch verſchieden iſt.

Uebrigens gründen ſich ſeine Erklärungen über die elektriſchen Erſcheinungen auf die mechaniſch-phyſiſchen Grundſätze ſeines Lehrers, des Hrn. **le Sage** in Genf. Dieſe Grundſätze, welche alles auf Stoß und Bewegung zurückführen, ſind freylich ſo beſchaffen, daß ſie ſehr viel Willkürliches enthalten, welches echt philoſophiſche Naturforſcher gewiß nicht befriedigen kann. Indeſſen iſt es doch auf keine Weiſe zu

läugnen,

läugnen, daß ein nicht geringer Scharfſinn dazu gehöret, dergleichen Sätze ſo zu modeln, daß daraus oft ſehr ſchwierige Fälle ſehr glücklich erkläret zu ſeyn ſcheinen. Allein ſo lange es noch andere Sätze gibt, die aus wirklichen Erfahrungen, und den daraus gemachten richtigen Folgen hergeleitet ſind, aus denen ſich die Phänomene erklären laſſen, ſo bleiben jene willkürlichen Sätze als künſtlich ausgeſonnene Hypotheſen weit zurücke, und intereſſiren den wahren Naturforſcher auf keine Weiſe.

Noch iſt eine Theorie der Elektricität zu bemerken, welche Herr **Voigt** *), Profeſſor der Mathematik allhier, entworfen hat, und welche eigentlich keine andere, als die ſymmeriſche oder die dualiſtiſche Theorie iſt. Herr **Voigt** nimmt an, daß durch die ganze Natur, beſonders in den Metallen und Flüſſigkeiten, ein zuſammengeſetzter Stoff verbreitet iſt, welcher aus zwey einfachen Beſtandtheilen beſtehet, welche einander ſtark anziehen, und ſich auf das genaueſte mit einander verbinden (alſo müſſen ſie doch in dieſer innigſten Verbindung einen dritten Stoff geben, welcher in der Natur und den Eigenſchaften ganz verſchieden von der Natur und den Eigenſchaften der einfachen Beſtandtheile ſeyn muß). Dieſen Stoff nennt Herr **Voigt** den **gepaarten**. Jeder von dieſen Beſtandtheilen hat die Eigenſchaft, daß die gleichartigen Theile, woraus er beſteht, ſo lange ſie einzeln vorhanden ſind, einander auf das ſtärkſte abſtoßen, ſo daß ſie ſehr große Zwiſchenräume zwiſchen ſich laſſen. Ferner hat jeder von dieſen Beſtandtheilen die Eigenſchaft, daß er ſich gern an das Metall legt, und das Metall hat die Eigenſchaft, daß es jedem, ſo wohl mit großer Leichtigkeit über ſeine Oberfläche hinweg zu gehen, als auch ſeine ganze Maſſe ohne alle Schwierigkeit zu durchdringen verſtattet, ungefähr ſo, wie Waſſer leicht in Salze dringt. Das Glas hingegen und alle die Körper, welche man ſonſt idioelektriſche nennt, haben in Abſicht jener Stoffe die Eigenſchaft, daß ſie ſelbige zwar zur Noth an ſich nehmen, aber nur mit vieler Schwierigkeit auf ihrer

*) Verſuch einer neuen Theorie des Feuers ꝛc. Jena, 1793. 8.

ihrer Oberfläche wegleiten oder ihre Maſſe von ihnen durchdringen laſſen.

Der eine Beſtandtheil des gepaarten elektriſchen Stoffs hat etwas mehr Verwandtſchaft zum Glaſe und zu allen den Körpern, von welchen man ſagt, daß ſie durch Reiben poſitiv elektriſch werden, als zum Harz und allen den Körpern, welche die negative Elektricität geben. Jenen erſtern nennt er den **männlichen** und dieſen letztern den **weiblichen elektriſchen Stoff.** Der eigenthümliche Charakter des männlichen elektriſchen Stoffs beſtehet darin, daß das Gefüge ſeiner Theile dendritiſch iſt, ſo daß er das Anſehen eines entblätterten Baumes hat; da hingegen der weibliche mehr ein ſchwammichtes Gewebe zeigt. Die Ausbreitungskraft bey beyden iſt ſo beträchtlich, daß man dieſe Stoffe zu den allerlockerſten Körpern rechnen muß, die man kennt. Allein durch ihr wechſelſeitiges Anziehen, und durch die Luft unſeres Dunſtkreiſes oder anderer Körper werden ſie zuſammengehalten; im luftleeren Raume hingegen ſcheint ihre Ausbreitung ohne Grenzen zu ſeyn. Vorzüglich ſetzt die reine und trockene Luft der Ausbreitung dieſer beyden Stoffe Schranken, und verwehrt auch beyden, wenn ſie im iſolirten Zuſtande durch eine Schicht von ihr getrennt ſind, die Verbindung; es wäre denn daß ſie bis auf eine gewiſſe Entfernung nahe kämen, alsdann iſt die Kraft der Stoffe ſich zu vereinigen größer, als die widerſtehende der Luft, und es erfolgt ein plötzliches Gegeneinanderfahren der beyden Stoffe. Dieſes Gegeneinanderfahren erſchüttert die Theile eines feſten oder flüſſigen Körpers, welche ſich an dieſer Stelle befindet, aufs heftigſte, es geht dieß bis auf die kleinſten Theile, und dieſe werden, wenn ſie nicht feſt genug zuſammenhängen, dergeſtalt nach allen Seiten zerſtäubt, daß ſogar chemiſche Umwandlungen dadurch hervorgebracht werden oder neue Verbindungen entſtehen können, wenn Stoffe in der Nähe ſind, welche zu jenen Theile die erforderlichen Verwandtſchaften haben. Daher entſtehen Entzündungen, Verkalkungen, Zerreiſſungen. Ferner werden dabey die Theile der Luft in eine ſolche Erſchütterung

terung geſetzt, daß ein Knall entſteht; die Lichtmaterie wird wirkſam gemacht, wie bey den Schütterungen des heftigſten Feuers; die magnetiſche Materie wird ſo afficiret, daß ſie ſich ganz anders zeigt, als vor dem Schlage. Wenn im Gegentheil die Luft mit Waſſertheilen oder andern Unreinigkeiten beladen iſt, ſo geht an jedem Waſſertheile und Staubtheile eine kleine unmerkliche Paarung vor ſich, welche ſich nur durch ſo ſchwache Erſchütterungen zu erkennen gibt, wie das Gefühl von Spinneweben, oder durch ein ausſtrömendes Licht im Dunkeln. Noch unmerklicher geſchiehet die Paarung, wenn die Anhäufungen durch eine vollkommene Kette von Leitern verbunden ſind, dergleichen man Ableitungen zu nennen pflegt.

Die **Erregung** der Elektricität durchs Reiben erklärt Herr **Voigt** nach dieſer ſeiner Theorie auf folgende Art: der gepaarte elektriſche Stoff, welcher allenthalben ſich befindet, wird auch zwiſchen dem Küſſen des Reibzeuges und dem Glascylinder der Elektriſirmaſchine angetroffen. Durch Reibung werden die Theile dieſes gepaarten Stoffs von einander getrennt, und es hängt ſich wegen der größern Verwandtſchaft der männliche Stoff ans Glas, der weibliche aber bleibt im Küſſen zurück. Iſt nun ein Sammler oder ein iſolirter Leiter in der Nähe, ſo zieht ſich der am Glaſe hängende männliche Stoff in die Spitzen dieſes Leiters hinein, und hängt ſich daſelbſt an. Eben dieß geſchieht mit dem weiblichen, wenn Sammler und Leiter mit dem Reibküſſen verbunden werden. Wenn die Elektriſirmaſchine iſolirt iſt, ſo kann bloß der in ihr befindliche gepaarte Stoff durchs Reiben zerſetzet werden, und es kann keine ſtarke Anhäufung von Elektricität im Leiter erfolgen; wenn im Gegentheil das iſolirte Küſſen durch ein Zuleitungskette mit den benachbarten Leitern verbunden iſt, ſo wird dadurch mehr männlicher Stoff, als in der Maſchine allein war, aus dieſen Leitern zugeführet, und dagegen der weibliche zum Theil mit in dieſe Körper geleitet, daher auf dieſe Art die poſitive Elektricität im Leiter weit ſtärker wird.

Wenn ein Körper mit der einen Art von elektriſchen Stoff überladen iſt, an den benachbarten Körpern hingegen ſich bloß gepaarter befindet, ſo ſondert ſich von der Seite des benachbarten Körpers, welche dem elektriſirten am nächſten iſt, derjenige Stoff, welcher mit dem des elektriſirten Körpers ungleichartig iſt, ab, und drängt ſich gleichſam nach jenem hin, ſo daß bey ſtarkem Andrang und hinlänglicher Annäherung, eben ſo ein Zuſammenſchlagen entſteht, als wenn der benachbarte Körper gleich Anfangs bloß mit der ungleichartigen Elektricität beladen geweſen wäre. Dieſe Art von Elektricität, welche ein Körper durch die Nähe eines elektriſirten erhält, ohne daß ſie ihm durch einen Uebergang aus demſelben mitgetheilet worden wäre, nennt man die Elektricität durch Vertheilung.

Die Erklärung des elektriſchen Anziehens und Abſtoßens iſt folgende: Wenn ein Körper z. B. die männliche Elektricität hat, ſo hält ſich in ſeiner Nachbarſchaft immer weibliche auf. Dieſe weibliche Elektricität verbindet ſich mit allen nicht iſolirten Körpern, welche dahin kommen. Da nun der weibliche Stoff mit dem männlichen eine ſtarke Verwandtſchaft hat, ſo reißt der weibliche Stoff die Körper, wenn ſie leicht ſind, an den elektriſirten Körper hin. So bald aber die Paarung erfolget iſt, reiſſen ſich die Körper wieder los, und folgen dem Eindrucke der Schwere. Wenn aber der leichte Körper iſoliret iſt, ſo wird das Anziehen nicht ſo leicht erfolgen können, es wäre denn, daß demſelben weibliche Elektricität durch Berühren oder feuchte Luft mitgetheilet würde. In dieſem Falle wird nun zwar der leichte Körper an den elektriſirten hinfahren, allein alsdann wird auch dem berührenden Körper etwas von jenem Uebermaße an männlichen Stoff mitgetheilet werden; folglich wird nun dieſer weiblichen Stoff aufſuchen, und ſich nun vom elektriſirten Körper entfernen. Auf eben dieſe Weiſe findet die Erklärung Statt, wenn man im elektriſirten Körper weiblichen Stoff annimmt.

Wird beym **Elektrophor** der Harzkuchen mit einem Katzenfell gerieben, ſo bleibt beym Zerſetzen des gepaarten Stoffs der weibliche Stoff am Harzkuchen hängen, der männliche Stoff aber wird ſich auf der entgegengeſetzten untern Seite des Harzkuchens andrängen, um ſich mit dem weiblichen zu verbinden, wenn der Kuchen nicht zu dick iſt, daß aller Reitz hierzu fehlt. Eine ähnliche Bedingung iſt, daß der Kuchen nicht zu dünn ſey, weil ſonſt die Verbindung wirklich vor ſich gehen kann. Setzt man nun den Deckel mit den ſeidenen Schnüren auf den Kuchen, ſo wird der männliche Theil des Deckels ebenfalls gereitzt werden, ſich herunter nach dem Kuchen zu ziehen, und den weiblichen oben zurück zu laſſen. Ein wirklicher Uebergang wird aber nicht erfolgen, weil an der untern Fläche des Kuchens der männliche Antheil auch zu ſtark zieht. Hält man nun einen Finger an den untern Theil des Kuchens, und den Daumen hernach an den obern des Deckels, ſo päart ſich, wegen dieſer guten Leitung der untere männliche Stoff des Kuchens zum Theil mit dem obern weiblichen des Deckels; ſie kommen bey dieſer Paarung einander auf halbem Wege mit Energie entgegen, und die Folge iſt, daß man in der Hand eine kleine Erſchütterung, wie eine Art von Stauchung verſpürt; denn da, wo die beyden Materien gegen einander ſtoßen, gibt es theils eine Seiten- theils eine Rückwirkung, gerade als wenn man ſich ſtaucht. Im Apparat aber iſt der Erfolg, daß nun der männliche Theil einzeln im Deckel iſt. Hebt man alſo denſelben in die Höhe, ſo findet man ihn mit einer Elektricität verſehen, welche der des Kuchens entgegengeſetzet iſt. Wenn man bey der Berührung des Deckels den einen Finger nicht vorher an die untere Seite des Kuchens gelegt hat, ſondern bloß durch den Fußboden und leitende Körper mit dieſem untern Theile in Verbindung ſteht, alsdann nur allein den obern Theil des auf dem Kuchen liegenden Deckels mit dem Finger berühret, ſo zeigt ſich zwar auch ein Funke, aber man fühlt keine Erſchütterung, ſondern nur einen Stich im Finger, weil hier der Verbindungskreis zu groß und zu unvollkommen iſt.

Es entſteht alſo die Empfindung von der Paarung bloß an der Stelle, wo ſie den erſten und lebhafteſten Eindruck macht. Stellt man den Elektrophor iſoliret, nachdem er gerieben iſt, ſo bekömmt man auch einen Funken, wenn man die untere Seite allein berühret: es paart ſich nämlich etwas weibliche Elektricität aus dem Finger mit der einzelnen männlichen, die ſich unten befindet, indem die Iſolirung nie ganz vollkommen iſt, aber ſtark wird der Funke nicht, weil der untere männliche Theil vom weiblichen im Kuchen gezogen wird.

In Anſehung des Condenſators wird ein Deckel des Elektrophors auf eine halbleitende Platte gelegt; bringt man nun einen z. E. mit männlicher Elektricität ſchwach elektriſirten Körper an den Deckel, ſo geht der weibliche Theil durch den Fußboden in den Halbleiter über, um ſich mit dem im Deckel zu verbinden; da aber die Verbindung wegen der unvollkommenen Leitung nicht vor ſich gehen kann, ſo ſuchen ſich beyde Theile wenigſtens ſo viel als möglich zu nähern, und es zieht ſich die ganze vorhandene Elektricität aus den berührenden Körpern in den Deckel.

Aus dieſer Theorie ſieht man, daß ſie mit der dualiſtiſchen völlig einerley iſt, nur daß Herr **Voigt** andere auf Bilder ſich beziehende Worte gebrauchet, wovon der eine ein Liebhaber ſeyn kann, der andere aber nicht.

Was mich anbetrifft, ſo befriediget mich jetzt die frankliniſche Theorie am meiſten. Denn es iſt noch durch keinen einzigen Verſuch entſcheidend dargethan worden, daß es zwey für ſich verſchiedene elektriſche Materien geben müſſe, und außerdem ſcheint die Annahme von zwey verſchiedenen elektriſchen Materien mit der Natur, welche in allen ihren Operationen am einfachſten zu Werke gehet, nicht ein Mahl zuſammen zu ſtimmen, indem man auch keinen einzigen Fall angeben kann, wo zwey ſpecifiſch verſchiedene Materien beſtändig einerley Wirkung hervorbrächten, wie es die beyden Arten der elektriſchen Materien wirklich thun. Endlich kann man auch mit der Annahme einer einzigen elektriſchen Materie wirklich auskommen, und nach **Newtons** weiſen Re-

geln ſoll man nie mehr Urſachen annehmen, als zur Erklärung der Erſcheinungen nothwendig ſind, alſo nicht zwey, wo eine hinreicht.

Was endlich noch die Natur der elektriſchen Materie ſelbſt betrifft, ſo haben die Naturforſcher verſchiedene Muthmaßungen angegeben. Anfänglich hielt man die elektriſche Materie für ölichte Ausflüſſe aus den Körpern ſelbſt. Da man aber ihr Licht, den Funken und ſelbſt die entzündende Kraft gewahr wurde, ſo war es ganz natürlich, daß man die elektriſche Materie für ein gewiſſes Feuer erklärte, woher auch die Benennung **elektriſches Feuer** gekommen iſt. So viele und große Aehnlichkeit auch das elektriſche Feuer mit dem gewöhnlichen Feuer in Anſehung ſeiner Wirkung haben mag, ſo findet man doch zwiſchen beyden ſpecifiſch verſchiedene Unterſchiede. Herr **Achard** [α]) hat die Aehnlichkeit der Elektricität mit der Wärme in Rückſicht der Erregung, Wirkung und Mittheilung in einer eigenen Abhandlung zuſammengeſtellt. Er führet an, daß alles Reiben ſo wohl Elektricität als auch Wärme errege, daß die Elektricität und die Wärme Körper ausdehne, das Wachsthum und die Ausdünſtungen befördere, den Umlauf des Blutes beſchleunige, Metall ſchmelze, ſich gleichförmig durch die Körper zu verbreiten ſtrebe, und daß ſelbſt diejenigen Körper, welche die Wärme am ſchnellſten annehmen und verlieren, auch die Elektricität am beſten annehmen und leiten. (Einige von dieſen Angaben ſind durch neuere Verſuche theils widerlegt, theils zweifelhaft gemacht.)

Dr. **Prieſtley** [β]) führet an, daß der elektriſche Funke, wenn er durch verſchiedene Luftarten geht, einerley Wirkung mit einem zugeſetzten Phlogiſton hervorbringe. Auch bemerket er, daß der elektriſche Funke, wenn er durch Luft geht, die Lakmustinktur röthe; wiewohl der Herr Hofrath **Lichtenberg** anführet, daß dieß ihm in kleinen Röhren nie gelingen wollen. Geſchieht es aber in Gefäßen die außer der Tinktur

α) Mémoires de l'Académie de Pruſſe 1779.
β) Obſ. on different kinds of air. Vol. II. ſect. 13.

Tinktur eine beträchtliche Menge Luft enthalten, ſo könnte dieß wohl der Salpeterſäure zu zuſchreiben ſeyn, die ſich nach Herrn **Cavendiſh's** Beobachtung bey dieſer Gelegenheit aus letzterer niederſchläget. Nach den Verſuchen nimmt **Prieſtley** an, die elektriſche Materie ſey entweder der Brennſtoff ſelbſt, oder enthalte doch dergleichen. Auch nach den Verſuchen des Grafen von **Milly** wurden die Metallkalke durchs Elektriſiren reduciret und nach **Achards** Verſuch wurde der geſchmolzene Schwefel durch den elektriſchen Schlag alkaliſiret. Alles dieß gründet ſich freylich noch auf das phlogiſtiſche Syſtem, nach welchem Metallkalke mit Phlogiſton verbunden reduciret werden u. ſ. f. welches aber jetzt nicht mehr Statt finden kann.

Henly *) nimmt zufolge verſchiedener Verſuche, die er ſelbſt angeſtellt hat, an, daß die elektriſche Materie zwar weder Phlogiſton noch Feuer ſelbſt, aber doch eine Modification desjenigen Elements ſeyn möge, welches im Zuſtande der Ruhe Phlogiſton, und bey ſeiner gewaltſamen Bewegung Feuer genannt wird. Er ſagt, wir bemerken allezeit, daß, 1. wenn zwey Körper an einander gerieben werden, welche einerley Menge von Phlogiſton enthalten, ſie ſehr wenig oder gar keine Elektricität erhalten; 2. daß derjenige Körper, welcher mehr Phlogiſton als der andere hat, auch mehr Elektricität erhält; 3. daß ein gewiſſer Grad des Reibens Elektricität, ein gewaltſameres Reiben aber Feuer und keine Elektricität hervorbringt, wie man bemerken kann, wenn man zwey Stück trocknes Holz oder Glas an einander reibt; 4. daß überhaupt Körper, welche eine größere Menge Phlogiſton enthalten, die elektriſche Materie in andere übergehen laſſen, welche deſſen weniger enthalten, d. i. daß ſie negativ elektriſiret werden, wenn man ſie mit ſolchen reibt, die weniger Phlogiſton enthalten. Hieraus ſchließt nun **Henly**, daß das Phlogiſton, die Elektricität und das Feuer bloß verſchiedene Modificationen eines und eben deſſelben Elementes ſeyn; das

*) Cavallo, Lehre von der Elektricität. B. I. Th. II. S. 108.

erſtere nämlich ſey ſein ruhender Zuſtand, der zweyte der erſte Grad der Wirkſamkeit, und das letzte der Zuſtand ſeiner heftigern Bewegung, ſo wie etwa die Gährung zuerſt Wein, dann Eſſig und zuletzt Fäulniß hervorbringt.

Diejenigen, welche das dualiſtiſche Syſtem angenommen haben, müſſen die beyden Arten der elektriſchen Materien aus ſolchen Stoffen beſtehen laſſen, die eine ſehr große Verwandtſchaft gegen einander haben. Herr **Wilke** [α]) läßt die eine aus Feuer und die andere aus Säure beſtehen, und bedienet ſich beſtändig in ſeinen Abhandlungen ſtatt der Zeichen + E und — E der Ausdrücke Feuer und Säure. Herr **Kratzenſtein** [β]) benennt + E die acide und — E die phlogiſtiſche Elektricität, und ſuchet alle elektriſche Phänomene aus Dunſtkreiſen herzuleiten, welche aus feinen Theilen des Acidums und des Phlogiſtons, d. i. aus ſchwefligen und phosphoriſchen Ausflüſſen beſtehen, welche aus dem Körper herausgetrieben und in eine zitternde Bewegung gebracht werden.

Herr **Karſten** nimmt bis auf weitere Unterſuchung den Stoff des + E für reine mit Elementarfeuer geſättigte Luft, das — E für das an eine zarte Säure gebundene Phlogiſton, und erkläret hieraus die Erſcheinungen der Elektricität.

De la Metherie [γ]) betrachtet die elektriſche Materie als eine Art von inflammabler Luft, auch Herr **de Sauſſüre** [δ]) ſteht in der Vermuthung, die elektriſche Materie beſtehe aus Feuer mit einem unbekannten Grundtheile verbunden, und ſey eine der entzündbaren Luft ähnliche aber viel feinere Materie. Herr **Candi** hingegen ſucht durch folgenden Verſuch zu beweiſen, daß die elektriſche Materie keine inflammable Luft ſeyn könne: an den Enden einer mit Waſſer angefüllten Röhre, wovon das eine völlig verſchloſſen iſt, das andere offene

α) Schwediſche Abhandlungen. B. 23. S. 271. B. 25. S. 207 u. f.
β) Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur §. 497 f. und kurzer Entwurf der Naturw. §. 287 und 288.
γ) Eſſai analytique ſur l'air pur et les différentes eſpèces d'air à Paris 1785. 8.
δ) Voyage dans les Alpes Tom. III.

offene Ende aber ins Waſſer geht, bringe man zwey Goldfaden dergeſtalt an, daß zwiſchen ihnen eine Diſtanz von ungefähr zwey Linien nach dem verſchloſſenen Ende zu Statt findet. Hierdurch werden heftige elektriſche Ausladungen erweckt, und bey der Explosion eines jeden Funkens macht ſich ein kleines Luftbläschen los. Dieſe Bläschen erheben ſich nach und nach, um im obern Theile der Röhre ſich auszubreiten. Läßt man unter dieſen Umſtänden durch die Luft eine ſtarke Ausladung gehen; ſo entzündet ſie ſich, das Waſſer wird kochend und die Röhre füllt ſich damit an. Hieraus folgert **Candi**, daß die Elektricität keine brennbare Luft oder auch Lebensluft ſey, und daß ſie nicht aus inflammabler und Lebensluft zuſammengeſetzt beſtehen könne. Denn keine dieſer beyden entzünde ſich ohne die andere, und beyde zugleich entzünden ſich nicht, ohne von der Flamme oder einem Funken berühret zu werden. **Prieſtley** habe bewieſen, daß eine große Menge elektriſcher Funken die Luft zur Erhaltung der Flamme untauglich mache, und daß Thiere darin nicht athmen können. Daraus könne man aber noch nicht ſchließen, wie Herr **Lavoiſier** *) thut, daß der elektriſche Funke eine ſchwache Verbrennung ſey. Es greiſe das Licht, welches von einem Brennſpiegel abgeworfen werde, die verbrennlichen Körper, die ſich im Brennpunkte befinden, an, aber hieraus folge nicht, daß dieſes Licht ſelbſt eine Verbrennung ſey, es erwecke dieſe nur. Auch bringe der elektriſche Funke eine Art von Veränderung in dem Theile der Lebensluft hervor, welcher in der Atmosphäre ſich befindet, und vielleicht bringe er ſie auf den Zuſtand der fixen Luft; in Anſehung der Wirkung der Elektricität auf die Lebensluft aber werden noch viele Erfahrungen erfordert, um ſie mit den Wirkungen auf das Verbrennen und Athemhohlen vergleichen zu können, indem, da ſie ſich ſelbſt nicht entzünden kann, man die Art nicht zu beſtimmen im Stande ſey, wie ſie durch die Wirkung des Funkens verändert werde. Sammele man endlich alle Entdeckungen der Phyſiker, um eine gehörige Verglei-

*) *Rozier* journal de phyſique. Fevr. 1785.

chung anzuſtellen, ſo könne man mit dem unſterblichen **Boerhaave** annehmen, daß der Feuerſtoff nichts anders als ein und dasſelbe Fluidum ſey, und daß die verſchiedenen Arten, worunter er ſich zeige, nur von den den Körpern analogen Modificationen, worauf er wirke, und der verſchiedenen Art der Entwickelung abhängen. Vielleicht ſey das elektriſche Feuer nichts anders, als das reinſte Feuer, das Elementarfeuer.

Herr **de Lüc** hält ſein elektriſches Fluidum aus einer feinen fortleitenden Flüſſigkeit und aus einer ſchweren Subſtanz zuſammengeſetzet. Er meint, daß vielleicht beyde wiederum aus noch einfachern Stoffen beſtehen. Das elektriſche Fluidum wird nach ſeinem Syſteme in der Atmosphäre gebildet, und darin auch zerſetzt. Daher müſſen die dazu gehörigen Beſtandtheile entweder frey, oder in andern Subſtanzen gebunden, daſelbſt vorhanden ſeyn. Nach ſeiner Vermuthung ſoll das Licht einen Beſtandtheil desſelben ausmachen, und hiervon behalte das elektriſche Fluidum, wenn es frey werde, die Eigenſchaft, ſich in geraden Linien fortzupflanzen. Ueber die andern Beſtandtheile des elektriſchen Fluidums hingegen hat er ſich an keiner Stelle weiter ausgelaſſen. Herr **Lompadius** aber hat den Vorſtellungen über das elektriſche Fluidum des Herrn **de Lüc's** gemäß folgende Muthmaßungen von der Natur desſelben gegeben. Aus den nach **de Lüc** angeführten Aehnlichkeiten und Unterſchieden der Waſſerdämpfe und des elektriſchen Fluidums zieht er die Folge, daß man dasſelbe als eine ſehr zarte ausdehnbare Flüſſigkeit betrachten könne, welche auch ihre Bewegung der Ausdehnbarkeit zu verdanken habe. Der Analogie zu Folge, glaubt er in demſelben folgende Subſtanzen anzutreffen: 1. das Feuer, weil der elektriſche Funke Körper anzünde, Metalle verkalke, und überhaupt die Wirkungen des zerſetzten Feuers äußere. 2. Phlogiſton, weil der Funke metalliſche Kalke reducire und die Luft phlogiſtiſire, welche Wirkungen man doch dem Phlogiſton zuſchreibe (jetzt aber nicht mehr). 3. Licht ſey nicht allein mit Feuermaterie verbunden, als Feuer, in dem elektri-

ſchen Fluidum vorhanden, ſondern ſelbiges enthalte auch noch mehr gebundenes Licht, wovon vielleicht ſeine Feinheit und erſtaunlich große Geſchwindigkeit herrühre. Dieß beweiſe der ſtarke Glanz und die Geſchwindigkeit des Blitzes. 4. Sey noch im elektriſchen Fluidum eine unbekannte Subſtanz, welſich durch den Phosphorgeruch beym Elektriſiren zu erkennen gebe. Herr **Weſtrumb** vermuthe, ſie ſey Phosphorſäure. Aus alle dieſem erhelle wenigſtens, daß das elektriſche Fluidum ein ſehr zuſammengeſetzter Stoff ſey. Wenn man zwey elektriſche Materien annehme, ſo laſſe ſich vielleicht ihr Unterſchied durch Ueberfluß oder Mangel von Feuer bey ihrer Bildung erklären, ſo wie bey chemiſchen Zerſetzungen bisweilen die Säure, bisweilen ein anderer Stoff das Uebergewicht habe. Es ſcheine dieß vorzüglich dadurch eine Beſtätigung zu erhalten, weil dieſe beyden Materien einander anziehen, und dadurch alle Elektricität zernichten, welches mit dem in der Theorie der Wärme bekannten Geſetzen zuſammenſtimme, nach welchem ſich das Feuer durch alle Subſtanzen gleichförmig zu verbreiten ſtrebe.

Herr Hofrath **Lichtenberg** *) meinet, es ſey wohl gewiß, daß das elektriſche Fluidum zuſammengeſetzet ſey, ob und wie es bey den Erſcheinungen getrennt werde, iſt noch unentſchieden. Jedoch ſey man der chemiſchen Kenntniß der elektriſchen Materie in den neuern Zeiten etwas näher gekommen. Der Herr **van Marum** habe nämlich durch dieſelbe die Salpeterluft eben ſo zerſetzt, wie durch dephlogiſtiſirte; man habe die flüchtig alkaliſche Luft in ihre ſo genannte Beſtandtheile, Stick- und inflammable Luft, zerlegt; eine Miſchung von Stick- und dephlogiſtiſirter Luft gab durch ſie Salpeterſäure. Auch ſey durch den elektriſchen Funken das Waſſer durch die Herrn **Paets van Trooſtwyck** und **Deimann** in ſeine Beſtandtheile, in Luftgeſtalt, **Oxygen-** und **Hydrogengas**, zerlegt. Auch gehören hierher vermuthlich der erſtickende ſo genannte Schwefelgeruch und Dampf, der ſich

 in

*) Anmerkungen zu den §§. 548. 549. a. der erxleb. Naturlehre. 6te Auflage.

in Zimmern findet, in welche der Bliß geſchlagen hat, auch der ganz eigene widerliche Geruch, der ſich zeige, wenn man behaarte oder beſederte Thiere durch den elektriſchen Schlag tödte, und der von dem Geruch gebrannter Haare und Federn gänzlich verſchieden ſey. Da die beyden letzten Phänomene auf chemiſche Verbindung hinzuweiſen ſcheinen, ſo könne ſie auch wohl bey erſtern Statt finden. Er fügt in der Vorrede der angeführten erxleb. Naturlehre noch bey: vermuthlich werde bald ein Antiphlogiſtiker eine chemiſche Analyſe der elektriſchen Materie entdecken. Nach ſeinem Vorſchlage könne man ſie aus oxygène, hydrogène und calorique beſtehen laſſen. Etwas müſſe hierin über lang oder kurz von der neuern Chemie gethan werden, denn mit der bloßen Verſicherung, daß die elektriſche Materie bey der chemiſchen Operation ſo ganz leer ausgehe, werde ſich der unparteyiſche Naturforſcher unmöglich länger abſpeiſen laſſen.

Endlich hat ſich Herr **Gren** *) von der Natur und Zuſammenſetzung der elektriſchen Materie folgende Vorſtellung gemacht: weil die poſitiv-elektriſirten Körper nicht ſchwerer, die negativ-elektriſirten nicht leichter ſind, als in ihrem unelektriſirten Zuſtande, auch bey Unterſuchungen mit den feinſten Wagen, ſo folgt, daß die elektriſche Materie eine imponderable Subſtanz ſeyn müſſe, in deren Zuſammenſetzung kein wägbarer Stoff eingehet. Die elektriſche Materie wird nur frey, wirkſam und thätig in und auf Nichtleitern. Das elektriſche Anziehen und Abſtoßen, was ein elektriſirter Leiter zeigt, zeigt er nur vermöge der elektriſchen Atmoſphäre, d. i. der in der Luft, als einem Nichtleiter, thätigen elektriſchen Materie. Wäre die Luft ein Leiter, ſo würden wir gar nichts von elektriſchen Erſcheinungen wiſſen. Das elektriſche Licht zeigt ſich nur bey dem Uebergange oder Eintritte aus oder in einen Leiter durch einen Nichtleiter. Da die torricelliſche Leere natürlicher Weiſe kein Leiter iſt, ſo wenig als ein Nichtleiter, ſo muß auch die elektriſche Materie darin am freyeſten werden und das ſtärkſte Licht zeigen. Bey dem Uebergange des

*) Grundriß der Naturlehre. Halle 1797. 8. §. 1408 ff.

des verſtärkten elektriſchen Funkens durch einen dünnen Draht, der davon glühend und geſchmolzen wird, wird das elektriſche Fluidum nur in ſofern frey, als die wenige Maſſe die ganze Menge des ſtrömenden elektriſchen Fluidums nicht auf ein Mahl faſſen kann. In den Leitern, ohne Verbindung mit Nichtleitern, wird alſo die elektriſche Materie nicht ſo frey, daß ſie ſich unſern Sinnen bemerkbar zeigte. Es folgt hieraus, daß die Nichtleiter weit weniger Anziehungskraft zur elektriſchen Materie haben müſſen, als die Leiter. Die thätige elektriſche Materie zeigt ſich als ein expanſives Fluidum, deſſen Theile überwiegende Repulſionskraft beſitzen, welche nur durch Anziehung anderer Materien dagegen ins Gleichgewicht, und ſo zur Unthätigkeit gebracht werden kann.

Die Anhäuffung der elektriſchen Materie auf einem Leiter geſchieht nicht durch chemiſche Verbindung damit, ſondern nur durch Adhäſion. Der Beweis dafür iſt, daß die elektriſirten Leiter nur auf der Oberfläche, nicht im Innern, elektriſiret ſind, und daß die Vertheilung der Elektricität unter iſolirte Leiter ſich nicht nach ihren Maſſen, ſondern nach ihren Oberflächen richtet.

Die aus Leitern bey dem Uebergange durch Nichtleiter, wegen mangelnder Anziehung der letztern dagegen, ganz frey werdende elektriſche Materie zeigt ſich als **Licht**, bey dem wir an ſich keine Verſchiedenheit von dem Lichte wahrnehmen, das durchs Verbrennen verbrennlicher Subſtanzen und auf andere Weiſe entſteht. Soll indeſſen unſer Geſichtsorgan dieſes Licht empfinden, ſo muß es natürlicher Weiſe, wie alles Licht, eine beſtimmte Intenſität quoad minimum beſitzen. Daher zeigt es ſich nur bey Funken, bey dem Ausſtrömen aus leitenden Spitzen oder bey dem Einſtrömen in dieſelben. Wegen der unvollkommenen nichtleitenden Eigenſchaft der Luft und anderer Nichtleiter wird indeſſen nicht alles durch ſie brechende oder ſtrömende elektriſche Fluidum frey und zum Lichte; und deßwegen kann durch Funken Mittheilung der Elektricität entſtehen.

Aus

Aus allen dieſen Thatſachen macht nun Herr **Gren** den Schluß, daß die elektriſche Materie nichts anders iſt, als **Lichtmaterie**, oder die Zuſammenſetzung aus der eigenthümlichen Baſis des Lichtes und dem Wärmeſtoffe, die ihrer ganzen Zuſammenſetzung nach durch Adhäſion mit andern Materien latent gemacht, doch nicht chemiſch gebunden iſt. Ihr Beſtreben ſich ins Gleichgewicht zu ſetzen, hängt nicht allein von der Repulſionskraft ihrer Theile unter einander, ſondern auch von der Anziehungskraft anderer Stoffe dagegen ab. Sie zeigt dieſes Beſtreben und wird thätig, wenn ſie auf einem Körper über ſeinen Sättigungsgrad angehäuft worden iſt. Durch noch ſtärkere Anhäufung bey nicht genugſamer Anziehung anderer Stoffe, wie die Nichtleiter ſind, kann ſie endlich ganz frey werden, wo ſie ſich dann als Licht offenbaret, und als ſolches zerſtreuet. Die Anhäufung der elektriſchen Materie auf iſolirten Leitern würde indeſſen durch die Anziehung derſelben dagegen allein nicht geſchehen können: oder dieſe würde nicht hinreichend ſeyn, der Repulſionskraft ihrer Theile unter einander hinlänglich das Gleichgewicht zu halten, ſo daß ſie ſich als Licht entwickeln und entweichen müßte, wenn nicht die Repulſionskraft der elektriſchen Atmosphäre die Anziehungskraft des Leiters dagegen unterſtützte. Die Erſcheinungen des elektriſchen Lichtes im Vacuum beweiſen dieß. Die Wirkungen der Exploſion ſind Folgen des plötzlich frey werdenden Lichtes oder Feuers, als expanſives Fluidum.

Aus dieſem Geſagten erhellet, daß das freye Licht nicht mehr die elektriſche Materie iſt, daß aber auch die Baſis des Lichtes allein ſie nicht ausmacht, ſondern daß das andern Körpern adhärirende Licht nur dieſen Nahmen führen kann.

Da die Lichtmaterie aus ihrer eigenthümlichen Baſis (Brennſtoff) und dem Wärmeſtoffe zuſammengeſetzet iſt, ſo muß es auch die elektriſche Materie ſeyn. Das Daſeyn des Wärmeſtoffes in der elektriſchen Materie, durch den ſie eben ein expanſibles Fluidum iſt, folgt alſo ſchon hieraus; Herr

van Marum *) hat aber den Wärmeſtoff als Beſtandtheil der elektriſchen Materie auch direkt bewieſen. Das Schmelzen der Drahte durch den verſtärkten elektriſchen Funken gehöret auch zu dieſen Beweiſen. Der Wärmeſtoff allein macht aber nicht allein das elektriſche Fluidum aus; dagegen ſpricht der Augenſchein. Das Daſeyn der eigenthümlichen Baſis des Lichtes in der elektriſchen Materie folgt nicht nur aus dem Lichte ſelbſt, zu welchem die elektriſche Materie bey ihrem Freywerden wird; ſondern auch aus andern Verſuchen, wie z. B. aus der Zerſetzung des Waſſers durch den elektriſchen Funken, deſſen Waſſerſtoff, wenn er Waſſerſtoffgas bilden ſoll, nothwendig die Baſis des Lichtes enthalten muß, die er hierbey nirgends anders woher, als aus dem elektriſchen Fluidum empfangen kann.

Die Afficirung des Geruchſinnes durch elektriſirte Luft, des Geſchmacks durch den elektriſchen Strom, welcher die Nerven der Zunge reitzt, beweiſet nicht das Daſeyn eines Riechſtoffes, einer Säure u. d. g. in der elektriſchen Materie; beweiſet nur, daß unſere Nerven durch Strömung der elektriſchen Materie gereitzet werden.

Es folgt hieraus, daß die elektriſche Materie in den Körpern zuſammengeſetzt und zerſetzt werden könne. Die urſprüngliche Erregung der Elektricität bey ſo mannigfaltigen Prozeſſen des Schmelzens, Verbrennens, Verdampfens, der Gas- und Dampfzerſetzung, ließe ſich daraus erklären. Bey dem Reiben iſt es ohne Zweifel der dabey entwickelte Wärmeſtoff, welcher der durch Anziehung der Körper unthätig gemachten und ins Gleichgewicht gebrachten elektriſchen Materie die nöthige Expanſivkraft ertheilt; vielleicht auch ſich mit der in den Körpern befindlichen Lichtbaſis erſt zur elektriſchen Materie vereinigt. Die verſchiedenen Farben, welche das elektriſche Licht bey ſeinem Ausſtrömen aus verſchiedenen Leitern zeigt, beweiſet die Verſchiedenheit in dem quantitativen Verhältniſſe ſeiner Beſtandtheile (vielleicht aber noch mehr in dem

*) Verſuche zum Erweiſe, daß in dem elektriſchen Fluidum Wärmeſtoff zugegen iſt; in Grens neu. Journ. der Phyſik. B. III. S. 1 ff.

dem qualitativen Verhältniſſe derſelben), welche aus der ungleichen Anziehung der Körper zum Wärmeſtoffe entſpringt. Die Hauptquelle für die elektriſche Materie unſeres Erdballes iſt das Sonnenlicht, das wir alſo in dieſer Hinſicht wiederum zu etwas mehr, als Tag zu machen, dienen ſehen, und das wir ſo als den Grund vieler anderer ſehr großer und wirkſamer Kraftäußerungen in der Natur zu betrachten veranlaßt werden.

So käme die Vermuthung über die Natur der elektriſchen Materie des Herrn **Gren** mit der des Herrn **Candi** überein. Indeſſen bleibt es immer auch nur Vermuthung: ob wirklich die elektriſche Materie keinen Riechſtoff, keine Säure u. ſ. als Beſtandtheil enthalte, läßt ſich meiner Meinung nach doch noch nicht gewiß behaupten; denn vermöge angeſtellter Verſuche wird auch das Metall in phlogiſtiſirter Luft durch den elektriſchen Funken verkalkt. Auch dünkt mir aus den Verſuchen des **van Marum's** doch noch nicht mit Gewißheit zu folgen, daß bey der Elektricität Wärmeſtoff entwickelt werde, indem für ſolche große elektriſche Funken die Anzeige der Wärmematerie äußerſt gering iſt, ſo daß ſie vielmehr durch die Erſchütterung der Materien, deren Theile nothwendig dadurch einer kleinen Reibung an einander ausgeſetzet werden, entſtanden zu ſeyn ſcheinet. Doch ich entſcheide nicht, und geſtehe gern meine Unwiſſenheit in Anſehung der Natur und der Beſtandtheile der elektriſchen Materie.

Eine in ihrer Art ganz eigene Theorie der Elektricität und der Natur derſelben hat ſich Dr. **Peart** a) entworfen, welcher ſich zugleich bemühet hat, die Abgeſchmacktheit der frankliniſchen Hypotheſe zu zeigen. Nach ſeinem Syſtem von den Grundſtoffen der Natur nimmt er überhaupt zweyerley Materie, eine **fixe** und eine **thätige**, an, von denen die erſtere bloß Anziehen und Durchdringlichkeit beſitzt, die Theile der letztern aber von der erſtern angezogen werden, und die Eigenſchaft beſitzen, ſich in geradlinige Strahlen zu ordnen, welche von fixen Theilchen aus, wie von einem Mittelpunkte

a) *E. Peart* on electricity etc. Gainsborough 1791. 8.

punkte divergiren, und um jene eine Atmoſphäre bilden. Dieſe ſind wieder von doppelter Art: **Aether** und **Phlogiſton**, und von dieſen zwey thätigen Stoffen leitet er alle elektriſche Erſcheinungen her. Sie zeigen eine große Anziehung gegen einander; im natürlichen Zuſtande ſind ſie verbunden, und ſo für uns unbemerkbar; werden ſie aber durch irgend eine Veranlaſſung getrennt, ſo ſind ſie ſogleich thätig. Sie umgeben alle Körper. Einige Körper aber, die elektriſchen, äußern gegen ſie eine gewiſſe anziehende Kraft, und excitiren ſie gewiſſermaßen von Natur, noch mehr aber, wenn erſtere gerieben werden, wodurch ſie die Fähigkeit erlangen, auch die thätigen Theilchen von andern nahe liegenden Körpern an ſich zu ziehen. Wird alſo ein elektriſcher Körper z. B. Glas durch Reiben excitiret, ſo werden die verbundenen Theilchen von Aether und Phlogiſton, welche das Glas umgeben, getrennt, und nun merklich thätig, welches ſie zuvor nicht waren, und auf der einen Seite des Glaſes häuft ſich ſein Aether, auf der andern ſein Phlogiſton an. In dieſem getrennten Zuſtande aber ziehen beyde wieder gebundenen Aether und Phlogiſton von naheliegenden Körpern an, d. h. der Aether des Glaſes ziehet Phlogiſton, und ſein Phlogiſton Aether. Dadurch werden die Stoffe gleichfalls thätig, und bilden nun an den Oberflächen des Glaſes innere Atmoſphären, welche von der ſchon vorhandenen entgegengeſetzten äußern umgeben werden; nun iſt das Glas elektriſch, d. h. es beſitzt auf der einen Seite eine innere Atmoſphäre von Phlogiſton, und eine äußere von Aether, und auf der andern eine innere von Aether und eine äußere von Phlogiſton. Auch verbreiten ſich dieſe Atmoſphären auf einem mit der einen Seite des Glaſes in Berührung gebrachten iſolirten Leiter gleichförmig. Kömmt nun ein iſolirter nicht elektriſcher Körper in die äußere Atmoſphäre eines ſo elektriſirten Leiters, ſo wird dieſe den entgegengeſetzten Stoff, welcher jenen nicht elektriſchen Körper in ſeinem natürlichen Zuſtande umgibt, d. i. wenn jene äußere Atmoſphäre aus Aether beſtehet, ſein Phlogiſton, mithin zugleich den Körper ſelbſt, wenn er leicht genug iſt, anziehen.

Auf dieſe Art wird das Phlogiſton thätig und genöthiget, den nicht elektriſchen Körper als Atmosphäre zu umgeben. Dieß macht, daß der zuvor mit ihm verbundene entgegengeſetzte Stoff, hier ſein Aether, frey, und ebenfalls thätig und bewogen wird, unmittelbar um jenen Körper herum eine Atmosphäre zu bilden; er befindet ſich folglich, in Rückſicht auf den elektriſirten Leiter, in einem entgegengeſetzten Zuſtande der Elektricität. Wird er nun in dieſem Zuſtande dem elektriſirten Leiter ſo genähert, daß ſich beyde innere Atmosphären berühren, ſo vereinigen ſich alle vier Atmosphären, und ſättigen ſich mit Geräuſch und Funken. Beyde haben nun aufgehöret elektriſch zu ſeyn, wofern nähmlich der dem Leiter genäherte Körper ſo viel excitirten Aether und Phlogiſton beſitzt, daß eine Sättigung erfolgen kann. Iſt dieß nicht, oder jener erhält von dem Glaſe wieder neuen Zufluß von Elektricität, ſo verbreiten ſich ſeine beyden Atmosphären ebenfalls auf der Oberfläche des mit ihm in Berührung gebrachten Körpers; dieſer erhält folglich eine gleiche Elektricität, und wird, wenn er leicht genug iſt, von jenem zurückgeſtoßen, doch nicht eigentlich vermöge einer zurückſtoßenden Kraft deſſelben, ſondern, weil beyde einander nicht näher kommen können, als bis ſich ihre äußere Atmosphären berühren, ſie müßten denn mit einer Gewalt gegen einander geſtoßen werden, die größer wäre, als das natürliche Beſtreben der thätigen Stoffe, eine atmosphäriſche Geſtalt anzunehmen.

Joſ. Gardini [α]) äußert die Vermuthung, daß die elektriſche Materie aus zwey einfachen Grundſtoffen beſtehe, nämlich dem reinen und verdünnten Phlogiſton, und dem reinſten Elementarfeuer, welcher das erſte verdünnt zurückhalte, daß es unter der Geſtalt des Lichtes erſcheine.

Schrader [β]) läßt die elektriſche Materie aus drey Beſtandtheilen beſtehen, nämlich aus Sauerſtoff, Lichtſtoff und Wärmeſtoff; und zwar ſey der Sauerſtoff ihre eigentliche Baſis,

α) De electrici ignis natura diſſert. Mantuae 1792. cum tab. aen.

β) Verſuch einer neuen Theorie der Elektricität; welche auf Grundſätzen des neuen Syſtems der Chemie beruhet. Altona, 1796. 8.

Baſis, der Lichtſtoff das Vehikel ihrer freyen Wirkſamkeit, oder ihr fortleitendes Fluidum, und durch die Verbindung mit dem Wärmeſtoffe werde ſie zum ſtrahlenden elektriſchen Lichte.

Elektricität, mediciniſche (electricitas medica, électricité medicale). Darunter verſteht man die Anwendung der Elektricität zur Heilung einiger Krankheiten bey dem menſchlichen Körper.

Nach Entdeckung der Elektriſirmaſchinen verfiel man bald auf den Gedanken, die ſo auffallenden Wirkungen der Elektricität ſelbſt zur Heilung verſchiedener Krankheiten am menſchlichen Körper anzuwenden. Die größte Veranlaſſung hierzu gaben allem Vermuthen nach die Wirkungen, welche die Elektricität bey denjenigen Perſonen, welche ſich aus Neugierde elektriſiren ließen, hervorbrachte. Die ihnen dadurch eingedruckten Empfindungen, als z. B. Hitze, Pulszunahme, ſtärkere Ausdünſtung u. d. g., ſind aber wohl größtentheils mehr auf Rechnung ihrer Furcht und des Schreckens zu ſchreiben, als auf die wirkende Kraft der Elektricität. **Gerhard** *) behauptete ſo gar, daß das Elektriſiren die Anzahl der Pulsſchläge bisweilen verdoppele, manchmahl aber auch verminderе. Die Curen, welche man mittelſt der Elektricität gemacht zu haben vorgab, waren bewundernswürdig, und ſie wurden bald mit beygefügten Theorien in ganz Europa verbreitet. Der damahlige Zuſtand der Elektricität war freylich erſt im Keimen, und daher kam es auch, daß man nachher, als die Elektricität ſich zu einer größern Stufe der Vollkommenheit erhob, mißtrauiſch gegen alle dieſe angeführten Wirkungen der Elektricität wurde. Bey Anwendung der Elektricität auf den kranken Körper fand man auch die Wirkungen auf keine Weiſe beſtätiget, und man gieng zuletzt ſo weit, daß ſo gar die Elektricität dem menſchlichen Körper mehr nachtheilig als nützlich betrachtet wurde. Ohne allen Zweifel war aber hieran die unzweckmäßige Anwendung der Elektri-

*) Nouveaux mémoires de Berlin 1772.

Elektricität Schuld. Es blieb daher die Elektricität eine geraume Zeit unter den Händen der Phyſiker, und obgleich dieſe die Natur derſelben immer vollſtändiger entwickelt, und dem Arzte ſelbige unter gewiſſen Vorſichtsregeln beym Gebrauche verſchiedener Krankheiten empfohlen hatten, ſo achtete man doch theils wegen Vorurtheilen, theils auch wegen gänzlicher Unwiſſenheit in der Phyſik nicht darauf. Erſt in den neuern Zeiten hat man wieder angefangen, die Elektricität zweckmäßiger auf die Medicin anzuwenden. Man hat jetzt die wahren Wirkungen der Elektricität aufgefunden, welche Kraft ſie unter gewiſſen Umſtänden im menſchlichen Körper hervorbringt; und es iſt nun durch zuverläſſige Erfahrungen bewieſen, daß ſie nicht ganz unbrauchbar zur Anwendung ſey, daß ſie vielmehr bey richtiger Behandlung ein unſchädliches Mittel ſey, verſchiedenen Beſchwerden bisweilen augenblicklich abzuhelfen, und in den mehreſten Fällen viele Krankheiten zu lindern, oft auch völlig zu heben, bey welchen ſonſt die größten Bemühungen der Wundärzte und Aerzte fruchtlos ſind.

Es wird gewöhnlich **Kratzenſtein** als der erſte angeführet, welcher im Jahre 1744 zu Halle einen gelähmten Finger durch die Elektricität geheilet habe. Im Jahre 1748 wurde von **Jallabert** zu Genf eine durch den Schlag des Hammers entſtandene Lähmung des Armes durch die verſtärkte Elektricität mit Funken und Erſchütterungsſchlägen geheilet. Ueberhaupt gab man zu der damahligen Zeit mehrentheils ſtarke Schläge und Funken, welche man durch eine lange Reihe von Verſuchen und Beobachtungen in den meiſten Fällen unnütz oder gar ſchädlich befunden hat. Herr **Lovet** *), welcher die Elektricität ſchon lange in der Medicin gebrauchet hatte, war der erſte, welcher ſich den ſtarken Schlägen widerſetzte. Er behauptet, daß die in der mediciniſchen Elektricität gebrauchten Schläge ſehr gelind ſeyn müſſen; und bey einer ſolchen Behandlung ſey es ihm faſt nie mißlungen, ſeinen Kranken Beſſerung oder doch wenigſtens Linderung zu verſchaffen.

Bey

*) Electricity rendered uſeful. London 1760. 8.

Bey der mediciniſchen Elektricität kömmt es vorzüglich auf eine ſehr genaue elektriſche Operation an, wenn auch gleich die Krankheit nicht ſo genau bekannt wäre. Denn bey der Anwendung der Elektricität muß man nicht ſo ſehr auf die Krankheit ſelbſt ſehen, als vielmehr die Stärke der Elektricität nach dem Gefühle des Kranken abmeſſen. Es kann daher auch ſelbſt derjenige, welcher kein großer Kenner in der Medicin iſt, die Elektricität ſehr zweckmäßig für den Kranken einrichten. Ausgemacht bleibt es aber immer doch, daß die mediciniſche Elektricität unter den Händen eines geſchickten Arztes weit mehr auszurichten vermögend iſt, als unter den eines in dieſer Wiſſenſchaft ganz Unkundigen.

Die Beobachtungen, welche man in dieſer Rückſicht gemacht hat, führt **Cavallo** *) alſo an: Ob man gleich ſtarke Schläge bey den Krankheiten vermeiden muß, ſo iſt es doch rathſam, ſich großer Maſchinen zu bedienen; denn wenn man bloß die elektriſche Materie will ausſtrömen laſſen, welche Methode erſt neuerlich als die wirkſamſte iſt befunden worden, ſo ſind dazu meiſtentheils kleine Maſchinen ganz unbrauchbar. Aller Wahrſcheinlichkeit nach werden auch die größten Maſchinen keinen Strom geben, welcher für mediciniſche Abſichten allzuſtark wäre; die brauchbarſten Maſchinen, deren Bewegung nicht zu viel Arbeit macht, und welche doch einen Strom von hinlänglicher Dichtigkeit geben ſollen, müſſen eine Glaskugel oder einen Cylinder von wenigſtens 4 Zoll im Durchmeſſer haben, welcher mit einem proportionirten Leiter verbunden gewöhnlich drey Zoll lange Funken gibt. Mit dergleichen Maſchinen kann man den Grad der Elektricität mit der größten Leichtigkeit erhalten und anbringen. Dieſe Grade ſind: das Ausſtrömen aus einer metallenen Spitze, alsdann das aus einer hölzernen, hierauf ſchwache Funken, ſtärkere Funken, und endlich ſchwache Schläge. Ein jeder dieſer Grade kann durch gehörige Behandlung der Maſchine beträchtlich verſtärkt oder geſchwächt werden. Un-

 möglich

*) Vollſtändige Lehre der Elektricität, a. d. Engl. B. I. Th. I. Leipz. 1797. 8. S. 37 u. f.

möglich iſt es aber, die Grade der Elektricität, welche bey verſchiedenen Krankheiten nöthig ſind, genau vorzuſchreiben. Perſonen von verſchiedener Natur erfordern, wenn ſie gleich eine und ebendieſelbe Krankheit haben, dennoch verſchiedene Grade der Elektricität. Empfindſame Perſonen erfordern geringere Grade der Elektricität als weniger empfindſame. Beym Anfange der Anwendung der Elektricität kann man ſich durch folgende zwey Regeln helfen. Fürs erſte muß man bey jedem Kranken den erſten Anfang mit dem geringſten Grade der Elektricität machen, und dieſes Verfahren einige Tage lang fortſetzen, um zu ſehen, ob es gute Wirkung thue. Geſchieht dieß nicht, ſo muß man den Grad der Elektricität verſtärken, und ſtufenweiſe ſo lange fortfahren, bis man endlich den wirkſamſten Grad findet, welchen man nun ohne Veränderung ſo lange beybehalten muß, bis der Kranke vollkommen geheilet iſt. Ueberhaupt muß man jederzeit den ſchwächſten Grad der elektriſchen Kraft gebrauchen, welcher zu dem vorgeſetzten Zwecke hinreichend iſt. Durch einige Uebung wird man ſich bald die Geſchicklichkeit erwerben, auf ein Mahl und ohne fruchtloſe Verſuche zu beſtimmen, welcher Grad von Elektricität für den Kranken erforderlich ſey. Zweytens muß der gebrauchte Grad von Elektricität niemahls denjenigen überſteigen, welchen der Kranke ohne Beſchwerde aushalten kann. Die Erfahrung lehret, daß ſich die Kranken ſelten beſſern, wenn ihnen der gebrauchte Grad der Elektricität ſehr unangenehme Empfindungen macht.

Die Inſtrumente, welche außer der Elektriſirmaſchine und ihrem Conduktor zum Gebrauch der medicinischen Elektricität nöthig ſind, laſſen ſich auf drey bringen; nähmlich eine elektriſche Flaſche mit dem Elektrometer des Herrn **Lane** *), einen iſolirten Stuhl, oder ein iſolirtes Stativ, auf welches ſich, wenn es nöthig iſt, ein gewöhnlicher Stuhl ſtellen läßt, und die Direktoren. Die elektriſche Flaſche muß ungefähr

4 Zoll

*) Deſcription of an electrometer; with an account of ſome experiments made by him with it; in den Philoſ. transact. Vol. LVI. p. 451.

4 Zoll im Durchmeſſer halten, und ihre Oberfläche muß 6 Zoll hoch mit Stanniol belegt ſeyn, welches ungefähr 73 Quadratzoll belegter Fläche ausmacht. Der meſſingene Draht, welcher durch den Deckel der Flaſche geht, und mit der innern Belegung verbunden iſt, hat oben einen meſſingenen Knopf, an welchem das Elektrometer befeſtiget iſt, reicht aber noch weiter hinauf, und endiget ſich mit einem andern meſſingenen Knopfe, welcher ſo hoch ſtehen muß, daß er den Conduktor der Maſchine berühret. Das Elektrometer beſtehet aus einem unter einem rechten Winkel gebogenen gläſernen Stabe, welcher in zwey meſſingene Kapſeln eingekittet iſt. Die eine Kapſel beſitzet zugleich eine Hülſe, durch welche ein meſſingener Draht mit einem Knöpfchen in horizontaler Lage hin und her geſchoben werden kann, um dieſen Knopf nach beliebiger Entfernung von dem Knopfe der Flaſche zu ſtellen. Dieſe Entfernung braucht nie größer als ½ Zoll zu ſeyn, daher man das Elektrometer ſehr klein machen kann. Um nun aus dieſer Flaſche die darin angehäufte elektriſche Materie dem Körper zu zuführen, verfährt man alſo: an dem Ende des Drahtes, welcher am Elektrometer in der Hülſe in der horizontalen Lage hin und her geſchoben werden kann, wird eine meſſingene Kette angehängt, und ſo eine andere mit der äußern Belegung in Verbindung gebracht. Die beyden andern Enden dieſer Ketten werden alsdann an die Direktoren befeſtiget. Es beſtehen dieſe Direktoren aus einem etwas dicken meſſingenen, entweder geraden oder gebogenen, Drahte, welcher ſich in eine Spitze endiget, an welcher Knöpfe von verſchiedenen Formen angeſchraubet werden können; an dem andern Ende des Drahtes befindet ſich ein gläſerner Handgriff, auch iſt an dieſem Ende ein Haken befeſtiget, an welchem eben die vorhin angeführten Ketten bequem angehänget werden können. Uebrigens iſt es ganz gleichgültig, ob der Kranke auf dem Boden des Zimmers oder auf einem iſolirten Stativ ſtehe, oder ſich ſonſt in irgend einer andern Stellung befinde.

Wenn auf die kranken Theile des Körpers bloß die Elektricität überſtrömen ſoll, ohne denſelben einen Schlag, wie bey vorbeſchriebener Flaſche, beyzubringen, ſo wird das eine Ende der Kette an den Conduktor der Maſchine gehängt, und das andere Ende an den Direktor, bey dem ſchwächſten Grade der Elektricität, mit welchem gewöhnlich der Anfang gemacht wird, muß alsdann die Spitze des Zuführers von Metall ſeyn, bey etwas ſtärkeren Graden gebrauchet man hölzerne Spitzen; hierauf zieht man ſchwächere und hernach ſtärkere Funken heraus, und zuletzt werden, wenn es nöthig gefunden wird, ſchwache elektriſche Schläge gegeben. Bey der Operation ſelbſt muß derjenige, welcher ſie verrichtet, nicht vergeſſen, die Spitze des Direktors herumzuführen, damit der ausfließende Strom der elektriſchen Materie nicht allein auf den leidenden Theil, ſondern auch auf die umliegenden Stellen treffe, die Spitze muß abwechſelnd immer wieder auf dieſelbe Stelle zurückkommen, jedoch am meiſten auf dem vorzüglich leidenden Theile verweilen.

Bisweilen läßt die Kette, welche die Verbindung zwiſchen dem Conduktor der Maſchine und dem Direktor macht, eine beträchtliche Menge elektriſcher Materie in die Luft gehen, welches den von der Spitze ausgehenden Strom ſchwächet. Um dieſes zu verhüten, hat Cavallo einen leitenden Draht erfunden, den man in der Ausübung ſehr gut befunden hat. Es wird dieſer nämlich aus einem Gold- Silber- oder Kupferfaden gemacht, dergleichen man zu den Treſſen gebrauchet. Um einen oder zwey ſolcher Metallfaden wird ein ſeidenes Bändchen gewickelt, welches dicht um ſie herumgehet und zuſammengenähet wird, ſo daß nur an jedem Ende ein kleines Stück der Metallfaden unbedeckt bleibt, von welchen das eine an den Conduktor der Maſchine, das andere aber an den Draht des Direktors befeſtiget werden muß. Dieſe Art von leitender Verbindung verhütet nicht nur die Zerſtreuung der elektriſchen Materie, ſondern iſt auch biegſamer, als der gewöhnlich ſteife Draht, und läßt ſich alſo leichter behandeln.

Noch

Noch hat man zwey andere Arten von Direktoren nöthig, um bey Taubheit, Ohrenzwang u. d. g. aus dem Innern des Ohrs, oder auch ſonſt aus den Zähnen oder andern innern Theilen des Mundes Funken zu ziehen. Der eine beſtehet aus einer gläſernen etwa 6 Zoll langen, und an beyden Enden offenen Röhre, welche ungefähr $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchmeſſer haben, und lieber etwas ſtark vom Glaſe ſeyn muß. In das eine Ende derſelben wird ein Kork geſteckt, durch welchen ein Drahṫ gehet, welcher an dem einen Ende ſtumpf und glatt iſt, und mit demſelben ſo weit reicht, daß ſein Ende noch ungefähr $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Zoll von dem Ende der Röhre abſteht. Das andere Ende des Drahtes iſt mit einem kleinen metallenen Knopfe verſehen. Der andere Direktor iſt von dieſem beſchriebenen nur darin unterſchieden, daß er ein wenig umgebogen iſt, um deſto leichter an einige Theile innerhalb des Mundes angebracht zu werden.

Wenn man dieſe Direktoren gebrauchen will, ſo muß der Kranke auf ein iſolirtes Stativ, d. i. auf ein Geſtell mit gläſernen Füßen, auf das man einen Stuhl ſetzen kann, gebracht werden. Alsdann muß man den Körper des Kranken mit dem Conduktor der Maſchine verbinden, um ihm dadurch die Elektricität mitzutheilen. Wenn man ihm alsdann einen ſtumpf geendeten leitenden Körper nähert, ſo erhält man aus ihm einen Funken, auf eben die Art, als ob man den ſtumpfen Körper an den Conduktor ſelbſt brächte. Wenn nun alles ſo weit vorbereitet iſt, ſo hält der Operator den Zuführer in der Mitte mit der einen Hand, bringt das Ende deſſelben in Berührung, oder wenigſtens nahe an das Innere des Ohres, des Mundes u. d. g.; mit dem Knöchel des Fingers an ſeiner andern Hand aber nähert er ſich dem Knopfe des Direktors, wodurch ein kleiner Funke aus demſelben gezogen wird, zugleich aber auch ein ähnlicher Funke zwiſchen dem andern Ende des Drahtes in der Glasröhre, und dem kranken Theile des Körpers, auf welchen das Inſtrument gerichtet iſt, entſteht.

Wenn auf die kranken Theile des Körpers bloß die Elektricität überſtrömen ſoll, ohne denſelben einen Schlag, wie bey vorbeſchriebener Flaſche, beyzubringen, ſo wird das eine Ende der Kette an den Conduktor der Maſchine gehängt, und das andere Ende an den Direktor, bey dem ſchwächſten Grade der Elektricität, mit welchem gewöhnlich der Anfang gemacht wird, muß alsdann die Spitze des Zuführers von Metall ſeyn, bey etwas ſtärkeren Graden gebrauchet man hölzerne Spitzen; hierauf zieht man ſchwächere und hernach ſtärkere Funken heraus, und zuletzt werden, wenn es nöthig gefunden wird, ſchwache elektriſche Schläge gegeben. Bey der Operation ſelbſt muß derjenige, welcher ſie verrichtet, nicht vergeſſen, die Spitze des Direktors herumzuführen, damit der ausfließende Strom der elektriſchen Materie nicht allein auf den leidenden Theil, ſondern auch auf die umliegenden Stellen treffe, die Spitze muß abwechſelnd immer wieder auf dieſelbe Stelle zurückkommen, jedoch am meiſten auf dem vorzüglich leidenden Theile verweilen.

Bisweilen läßt die Kette, welche die Verbindung zwiſchen dem Conduktor der Maſchine und dem Direktor macht, eine beträchtliche Menge elektriſcher Materie in die Luft gehen, welches den von der Spitze ausgehenden Strom ſchwächet. Um dieſes zu verhüten, hat **Cavallo** einen leitenden Draht erfunden, den man in der Ausübung ſehr gut befunden hat. Es wird dieſer nämlich aus einem Gold- Silber- oder Kupferfaden gemacht, dergleichen man zu den Treſſen gebrauchet. Um einen oder zwey ſolcher Metallfaden wird ein ſeidenes Bändchen gewickelt, welches dicht um ſie herumgehet und zuſammengenähet wird, ſo daß nur an jedem Ende ein kleines Stück der Metallfaden unbedeckt bleibt, von welchen das eine an den Conduktor der Maſchine, das andere aber an den Draht des Direktors befeſtiget werden muß. Dieſe Art von leitender Verbindung verhütet nicht nur die Zerſtreuung der elektriſchen Materie, ſondern iſt auch biegſamer, als der gewöhnlich ſteife Draht, und läßt ſich alſo leichter behandeln.

Noch hat man zwey andere Arten von Direktoren nöthig, um bey Taubheit, Ohrenzwang u. d. g. aus dem Innern des Ohrs, oder auch ſonſt aus den Zähnen oder andern innern Theilen des Mundes Funken zu ziehen. Der eine beſtehet aus einer gläſernen etwa 6 Zoll langen, und an beyden Enden offenen Röhre, welche ungefähr $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Zoll im Durchmeſſer haben, und lieber etwas ſtark vom Glaſe ſeyn muß. In das eine Ende derſelben wird ein Kork geſteckt, durch welchen ein Drahr gehet, welcher an dem einen Ende ſtumpf und glatt iſt, und mit demſelben ſo weit reicht, daß ſein Ende noch ungefähr $\frac{1}{10}$ bis $\frac{2}{10}$ Zoll von dem Ende der Röhre abſteht. Das andere Ende des Drahtes iſt mit einem kleinen metallenen Knopfe verſehen. Der andere Direktor iſt von dieſem beſchriebenen nur darin unterſchieden, daß er ein wenig umgebogen iſt, um deſto leichter an einige Theile innerhalb des Mundes angebracht zu werden.

Wenn man dieſe Direktoren gebrauchen will, ſo muß der Kranke auf ein iſolirtes Stativ, d. i. auf ein Geſtell mit gläſernen Füßen, auf das man einen Stuhl ſetzen kann, gebracht werden. Alsdann muß man den Körper des Kranken mit dem Conduktor der Maſchine verbinden, um ihm dadurch die Elektricität mitzutheilen. Wenn man ihm alsdann einen ſtumpf geendeten leitenden Körper nähert, ſo erhält man aus ihm einen Funken, auf eben die Art, als ob man den ſtumpfen Körper an den Conduktor ſelbſt brächte. Wenn nun alles ſo weit vorbereitet iſt, ſo hält der Operator den Zuführer in der Mitte mit der einen Hand, bringt das Ende desſelben in Berührung, oder wenigſtens nahe an das Innere des Ohres, des Mundes u. d. g.; mit dem Knöchel des Fingers an ſeiner andern Hand aber nähert er ſich dem Knopfe des Direktors, wodurch ein kleiner Funke aus demſelben gezogen wird, zugleich aber auch ein ähnlicher Funke zwiſchen dem andern Ende des Drahtes in der Glasröhre, und dem kranken Theile des Körpers, auf welchen das Inſtrument gerichtet iſt, entſteht.

Die Methode, mit Hülfe dieſer Direktoren, Funken aus dem Körper zu ziehen, iſt bey Taubheit, Ohrenzwang, Zahnſchmerzen, Geſchwulſt im Munde u. d. g. ſehr gut zu gebrauchen, beſonders weil man die Funken nach Gefallen verſtärken oder ſchwächen kann, wenn man den Draht dem Ende der Röhre näher bringet, oder ihn weiter davon abziehet.

Durch dieſe Direktoren laſſen ſich aber nicht allein Funken, ſondern auch ein Strom der elektriſchen Materie aus den leidenden Theilen ziehen. Dieß geſchieht, wenn man ſtatt des Knöchels ein zugeſpitztes Stück Holz dem kleinen Knopfe des Direktors nähert, im übrigen aber ganz nach der gegebenen Vorſchrift verfähret.

Wenn aus irgend einem Theile des Körpers Funken gezogen werden ſollen, ſo muß der Kranke auf ein iſolirtes Stativ geſtellt, und auf die oben erwähnte Art mit dem Conduktor der Maſchine in Verbindung ſeyn. Alsdann bringt der Operator den Knöchel ſeines Fingers, oder den Knopf eines meſſingenen Drahtes gegen den leidenden Theil, wodurch dann die Funken aus demſelben gezogen werden.

Es gibt noch eine andere Methode, einen kranken Theil des Körpers zu elektriſiren, welche dem Ausziehen der Funken ſehr nahe kömmt, ob ſie gleich eigentlich nicht ſo genannt werden kann. Dieſe Art zu elektriſiren iſt folgende: Wenn der Kranke auf das iſolirte Stativ geſetzt, und mit dem Conduktor der Maſchine verbunden worden iſt, ſo entblößt man den zu elektriſirenden Theil, und legt über denſelben ein trockenes und warmes Stück Flanell, entweder einfach oder doppelt, nachdem es die Umſtände erfordern. Der Operator bringt den Knopf des Drahtes, welchen er bey dem andern Ende hält, mit dem Flanell in Berührung. Dieſer Knopf des Drahtes wird ſehr ſchnell von einer Stelle zur andern des Flanells verſchoben. Auf dieſe Art entſteht eine große Menge außerordentlich kleiner Funken, welche durch den Flanell hindurchgehen; wodurch gemeiniglich in dem elektriſirten Theile eine angenehme Wärme entſteht, welche dem Kranken ſehr zuträglich iſt, und dabey nicht die geringſte

unange-

unangenehme Empfindung verurſachet. Bey Lähmungen der Glieder, Flüſſen, laufenden Gliederreiſſen, Kälte einzelner Theile u. ſ. f. iſt dieſe Behandlung von vorzüglichem Nutzen.

Allgemeine praktiſche Regeln.

I. Man muß dafür Sorge tragen, daß man vor allen Dingen den ſchwächſten Grad der Elektricität gebrauche, welcher zur Hebung oder Linderung der Krankheit gerade hinreichend iſt. So muß man nie Schläge geben, wenn die Heilung durch Funken verrichtet werden kann; man muß die Funken vermeiden, wenn man die verlangte Wirkung durch das bloße Ausſtrömen der Materie aus einer hölzernen Spitze erreichen kann; und ſogar dieſe Handlung muß man unterlaſſen, wenn das Ausſtrömen aus einer metallenen Spitze ſchon hinreichend iſt. Die Schwierigkeit hierbey beſteht in Beſtimmung des gehörigen Grades für jede Krankheit, wenn man zugleich das Geſchlecht und die Natur des Kranken mit in Betrachtung ziehet. Es iſt unmöglich über dieſen Punkt beſtimmte und unveränderliche Regeln zu geben, da die Umſtände von ſolcher Beſchaffenheit und ſo verſchieden ſind, daß lange Erfahrung und genaue Aufmerkſamkeit auf jedes einzelne Phänomen die einzigen Mittel bleiben, durch welche man den gehörigen Unterricht erhalten kann. Die ſicherſte Vorſchrift, die man hierüber geben kann, iſt, wie ſchon oben bemerket worden, dieſe, daß man den Anfang mit der gelindeſten Behandlung, wenigſtens mit einer ſolchen mache, die, in Betrachtung der Conſtitution des Kranken, eher zu ſchwach als zu ſtark ſcheint. Hat man dieſe Behandlung einige Tage lang unwirkſam gefunden, welches man daraus erkennet, wenn die Krankheit nicht abnimmt, und der Gebrauch der Elektricität keine Wärme oder keine andere Hoffnung zur Geneſung in dem elektriſirten Theile hervorbringt; ſo kann man die Kraft der Elektricität nach und nach verſtärken, bis man endlich den gehörigen Grad derſelben findet.

II. In Anſehung der Beurtheilung der Fälle, in welchen die Elektricität dienlich iſt, zeigt die Erfahrung, daß über-

überhaupt alle Arten von Obſtruktionen der Bewegung, Circulation oder Abſonderung durch die Elektricität ſehr oft gehoben oder erleichtert werden. Eben dieß läßt ſich von Nervenkrankheiten ſagen, welche beyde Klaſſen ſchon ſehr viele Krankheiten in ſich begreifen. Krankheiten, die ſchon ſehr lang gedauret haben, ſind durch den Gebrauch der Elektricität ſelten gänzlich geheilet, dennoch aber mehrentheils gelindert worden. Bey ſolchen Perſonen, welche mit dem veneriſchen Uebel behaftet ſind, und bey Schwangern hat man ſonſt die Elektricität ſehr ſchädlich gehalten; aber man kann verſichert ſeyn, daß ſie auch in ſolchen Fällen kühnlich gebrauchet werden könne, wenn man ſie nur behutſam und mit Ueberlegung behandelt. Wenn man ſchwangere Weiber wegen irgend einer Krankheit elektriſiren ſoll, ſo muß man ſich der Schläge ſchlechterdings enthalten; und auch bey andern gelindern Behandlungen beſtändige Aufmerkſamkeit auf jedes Phänomen wenden, welches ſich während des Elektriſirens zeigt, um die Methode desſelben nach Erfordern der Umſtände verſtärken, ſchwächen oder unterbrechen zu können.

III. Bey ſich zuſammenziehenden Geſchwülſten iſt die beſte Methode, die elektriſche Materie durch eine hölzerne, oder, im Fall dieſes ſchmerzhaft iſt, durch eine metallene Spitze auszuziehen. Funken und Schläge ſind in ſolchen Fällen oft ſchädlich. Bey Steifheiten der Glieder, Lähmungen und Flüſſen kann man ſchwache Funken, vorzüglich durch doppelten Flanell, auch wohl ſehr ſchwache Schläge (aufs höchſte von $\frac{1}{10}$ Zoll) gebrauchen. Stärkere Schläge dürfen nur bisweilen, aber ſehr ſelten, bey heftigem Zahnweh und gewiſſen Arten von innern Krämpfen, die noch nicht lange gedauert haben, gebraucht werden.

IV. Wenn ein Glied des Körpers nicht bewegt werden kann, ſo muß man bedenken, daß die Steifheit nicht allezeit von einer Zuſammenziehung der Muskeln, ſondern bisweilen auch von einer Erſchlaffung derſelben herrühren kann. Wenn z. B. die Hand einwärts gekrümmt iſt, und der Kranke nicht die Kraft hat, ſie gerade auszuſtrecken, ſo kann die

Urſache

Urſache eben ſo wohl in der Schwäche der äußern Muskeln als in der Zuſammenziehung der innern liegen. Da es in ſolchen Fällen oft ſelbſt für den beſten Anatomiker ſchwer iſt, die wahre Urſache zu entdecken, ſo iſt es am ſicherſten, nicht allein diejenigen Muskeln, welche zuſammengezogen ſcheinen, ſondern auch ihre entgegengeſetzten zu elektriſiren, da das Elektriſiren eines geſunden Muskels nicht im geringſten ſchädlich ſeyn kann.

V. Wenn man die elektriſche Materie entweder aus einer hölzernen oder aus einer metallenen Spitze ausſtrömen läßt, ſo muß die Operation wenigſtens 3 und längſtens 10 Minuten dauern, und nach Erfordern der Umſtände länger oder kürzer eingerichtet werden. Bey Schlägen darf die größte Anzahl nicht über 12 bis 14 ſteigen, ausgenommen, wenn ſie über den ganzen Körper nach verſchiedenen Richtungen gegeben werden. Wenn man Funken gebraucht, ſo kann die Anzahl derſelben etwas höher, als die eben angegebene Zahl der Schläge ſteigen.

VI. Endlich wird es nicht überflüſſig ſeyn, zu erwähnen, daß man bey Kindern, welche auf einem iſolirten Stuhle elektriſiret werden ſollen, weil ſie ſelten ruhig ſitzen, am beſten thut, wenn man eine andere Perſon ſich auf den Stuhl ſetzen, und das Kind während der Operation auf dem Schoße halten läßt.

Die vorzüglichſten Krankheiten, bey welchen man die Elektricität als ein ſehr heilſames Mittel befunden hat, ſind **Flüſſe** oder rheumatiſche Krankheiten, auch wenn ſie von langer Dauer geweſen ſind (hier gebraucht man die hölzerne Spitze zum Ausziehen des elektriſchen Stroms aus dem leidenden Theile, oder auch das Ausziehen der Funken durch Flanell; die Operation ſelbſt muß etwa 4 bis 5 Minut. lang fortgeſetzt, und täglich ein bis zwey Mahl wiederhohlet werden); **Taubheit**, wenn ſie nicht aus einer Zerſtörung oder einem andern unförmlichen Bau der Theile entſtehet (es werden entweder Funken mittelſt des Direktors aus dem Ohre ausgezogen, oder man bedienet ſich zum Ausſtrömen der Elektricität hölzerner Spitzen, bisweilen werden auch äußerſt

ſchwache

ſchwache Schläge von etwa $\frac{1}{10}$ Zoll Länge von einem Ohr zum andern gegeben); das **Zahnweh**, wenn es von Flüſſen, Erkältung oder Entzündungen herrühret (man wendet dabey Spitzen an, mit welchen entweder aus dem leidenden Theile oder auch äußerlich aus dem Geſichte die Elektricität gezogen wird; iſt aber der Zahn angegriffen, ſo hat die Elektricität nicht nur gar keinen Nutzen, ſondern es vermehrt oft die Schmerzen noch mehr); **Geſchwülſte**, welche keine Materie enthalten (wenn man die elektriſche Materie mit einer hölzernen Spitze auszieheт); **Entzündungen** von jeder Art; **Augenentzündungen** (wenn mit einer hölzernen Spitze die elektriſche Materie ausgezogen wird, das Auge des Kranken muß dabey offen ſeyn, jedoch muß man ſich ſorgfältig hüten, daß man die Spitze nicht zu nahe bringe, damit keine Funken entſtehen); der **ſchwarze Stahr**, wiewohl dieſer ſelten durch Elektricität geheilet werden kann; die **Thränenfiſtel** (wenn die elektriſche Materie mit einer hölzernen Spitze herausgezogen wird, und ſehr ſchwache Funken aus dem leidenden Theile gezogen werden); **Lähmungen** (werden doch ſelten durch Elektricität völlig geheilet); **Geſchwüre** oder offene Schäden von jeder Art, auch wenn ſie von langwieriger Dauer ſind (hierbey muß man den gelindeſten Grad des Elektriſirens gebrauchen). **Hautausſchläge** (werden durch Ausziehung der elektriſchen Materie aus hölzernen Spitzen geheilet); der **St. Veitstanz** (bey dieſer Krankheit kann man Schläge ungefähr von $\frac{1}{10}$ Zoll nach verſchiedenen Richtungen durch den Körper gehen laſſen, und Funken aus demſelben ziehen); **ſcrophulöſe Geſchwülſte**, wenn ſie noch im erſten Anfange ſind (wenn man metallene oder hölzerne Spitzen zur Ausziehung der elektriſchen Materie anwendet); **Krebs** (mehrentheils erhält man nichts weiter als einige Linderung der Schmerzen); **Abſceſſe**, wenn ſie noch im erſten Anfange ſind, und überhaupt alle Anſätze zur Eiterung; **Lungenentzündungen**, welche im erſten Anfange ſind; **Nervenkopfſchmerzen** (wenn man die Elektricität aus metallenen oder hölzernen Spitzen ausſtrömen

men läßt); **Waſſerſucht**, wenn ſie im Entſtehen iſt; **Podagra** (mehrentheils werden nur die Schmerzen gelindert; **Wechſelfieber** (die ſicherſte Methode iſt das Funkenziehen durch Flanell ungefähr 10 Minuten oder 1 Viertelſtunde); **Verhalten der monathlichen Reinigung** (hierbey läßt man ſchwache Schläge ungefähr von $\frac{1}{20}$ Zoll durch das Becken gehen).

Bey **veneriſchen Krankheiten**, bey welchen man ſonſt die Elektricität als ſchädlich hielt, hat man unlängſt wahrgenommen, daß eine ſehr gelinde Anwendung der Elektricität in verſchiedenen Fällen von vorzüglichem Nutzen ſey, wenn auch gleich die Krankheit ſchon lange gedauert hat.

Noch iſt zu bemerken, daß in vielen Fällen die Elektricität durch andere von einem Arzt von Profeſſion vorzuſchreibende Arzneymittel müſſe unterſtützet werden.

Die wirkliche Heilung dieſer angegebenen Krankheiten durch Hülfe der Elektricität findet man in verſchiedenen Schriften angegeben. Dahin gehören vorzüglich **Ferguſon** [α]), **Hartmann** [β]), **Partington** [γ]), **Fothergill** [δ]), **John Birch** [ε]), **Kühn** [ζ]), **Böckmann** [η]), **Bertholon** [ϑ]), **van Trooſtwyck, Krayenhoff** [ι]) und **Deiman** [κ]). Ob-

α) Introduc. to electricity. Lond. 1770. 8. ſec. 6.

β) Die angewandte Elektricität bey Krankheiten des menſchlichen Körpers. Hannover 1770. 8.

γ) Cavallo vollſtändige Abhandlung der Elektricität. B. II. Leipz. 1797. S. 57 u. f.

δ) Philoſoph. transact. Vol LXIX.

ε) Conſiderations on the efficacy of electricity in removing female obſtructions, to which are annexed caſes with remarks. Lond. 1779. 8. Ueberſetzt in den Sammlungen auserleſener Abhandlungen zum Gebrauche praktiſcher Aerzte. B. V. St. 4. n. 1.

ζ) Geſchichte der mediciniſchen und phyſikaliſchen Elektricität und der neueſten Verſuche, die in dieſer nützlichen Wiſſenſchaft gemacht worden ſind. Leipz. 1785. 2 Th. 8.

η) Ueber Anwendung der Elektricität bey Kranken. Durlach 1787. 8.

ϑ) De l'électricité du corps humain dans l'état de ſanté et de maladie. à Paris 1786. II. Tom. 8. Anwendung und Wirkſamkeit der Elektricität zur Erhaltung und Wiederherſtellung des menſchlichen Körpers von K. G. Kühn. Weißenfels u. Leipz. 2 B. 1788. 1789. 8.

ι) De l'application de l'électricité à la médecine. Amſterd. 1788. 4.

κ) Von den guten Wirkungen der Elektricität in verſchiedenen Krankheiten, aus dem Holländ. mit Anmerk. u. Zuſ. von Kühn. Kopenhagen 1793. 2 B. 8.

Obgleich **van Trooſtwyck, Cuthbertſon, Deiman** und **van Marum** aus ihren Verſuchen mit der großen teyleriſchen Elektriſirmaſchine zu ſchließen glaubten, wie bereits ſchon unter dem Artikel Elektricität angegeben worden iſt, daß die Vermehrung des Pulsſchlages bey elektriſirten Perſonen mehr der Furcht und dem Schrecken derſelben als der Wirkung der Elektricität zu zuſchreiben ſey; ſo hat doch jederzeit Herr **Partington** die gewöhnliche Zahl der Pulsſchläge, wo nicht in einem geſunden, doch gewiß in einem ungeſunden Zuſtande des Körpers um ein Beträchtliches vermehrt gefunden. Auch D. **Kühn** beantwortet die von **van Trooſtwyck** und **Krayenhoff** angeführten Gründe wegen der Nichtvermehrung des Pulsſchlages, indem er anführet, es könne die verſchiedene Wirkung der Elektricität auf verſchiedene Perſonen bey aller Beſtändigkeit der Geſetze ihren Grund in Idioſynkraſien haben; ſelbſt der geringſte Hautreiz könne im menſchlichen Körper außerordentlich große Wirkungen hervorbringen, auch könne vielleicht die Elektricität durchs Einathmen auf Lunge und Herz wirken; von der Größe der Elektriſirmaſchine ſey überhaupt kein richtiger Schluß auf kleine Maſchinen zu machen, weil ein geringerer Reiz durch dieſe mehr wirken könne, als ein ſtärkerer durch jene. Auch iſt es möglich, daß jene Perſonen, mit welchen die Verſuche angeſtellt wurden, die Elektricität ſchon zu ſehr gewohnt geweſen ſind, um davon ſo ſtark, als andre, gereizt zu werden. Außerdem wurden viele Verſuche nur eine Minute lang fortgeſetzet, welches eine viel zu kurze Zeit iſt, um etwas ſicheres daraus ſchließen zu können. Auch hat Herr Dr. **Böckh** *) bey 360 Verſuchen gefunden, daß ſo wohl die poſitive als negative Elektricität den Pulsſchlag die mehreſten Mahle beſchleunigte, und nur ſelten die Geſchwindigkeit verminderte. Man ſieht alſo daraus, daß dieſe Sache noch nicht völlig entſchieden iſt, und daß nothwendig noch

*) Beyträge zur Anwendung der Elektricität auf den menſchlichen Körper. Erlangen, 1791. 8.

noch mehrere Verſuche erfordert werden, um ſelbige aufs Reine zu bringen.

Die bekannteſten Wirkungen der Elektricität auf den thieriſchen Körper ſind dieſe, daß die Reitzbarkeit der Theile durch mittelmäßige Grade derſelben erhöhet, durch ſehr verſtärkte Grade aber gänzlich zerſtöret werde.

Elektricität, thieriſche (electricitas animalis, électricité animale). Verſchiedene Phyſiker und Phyſiologen haben überhaupt in den thieriſchen Körpern eine ſchon von Natur erregte Elektricität, oder ein im natürlichen Zuſtande der Körper geſtärktes Gleichgewicht der Elektricität, angenommen, und behauptet, daß die Elektricität ſelbſt entweder das Lebensprincip ſelbſt ausmache, oder doch wenigſtens einen ſehr großen und weſentlichen Theil von der Urſache der Empfindungen und der Muskularbewegungen betrage. Und eben dieſe Elektricität nennt man die **thieriſche Elektricität** oder, von dem Erfinder derſelben, den **Galvanismus**.

Seit undenklichen Zeiten haben ſich die Phyſiker und vorzüglich die Phyſiologen mit Aufſuchung der Urſachen der Muskularbewegungen beſchäftiget. Allein ſo viele Unterſuchungen man auch darüber angeſtellet hatte, ſo mußte man doch bey allen dieſen Bemühungen zuletzt offenherzig geſtehen, daß man bey weiten noch nicht die Hülle der Natur aufgedecket, und ihre Geheimniſſe durchſchauet hätte. Als aber neuerlich **Aloyſius Galvani**, Profeſſor der Arzeneykunde zu Bologna, verſchiedene Verſuche mit der Elektricität an den Muskeln des thieriſchen Körpers bekannt gemacht hatte, ſo glaubte man dadurch einen neuen Weg zu jenem Geheimniſſe der Natur aufgefunden zu haben, und es iſt nicht zu läugnen, daß diejenigen, welche die aufgedeckte Spur des Hrn. **Galvani** betraten, ſehr wichtige und ſcharfſinnige Entdeckungen gemacht haben, welche allerdings hier angeführt zu werden verdienen.

Es iſt bekannt genug, daß es einige Arten von Fiſchen gibt, welche von Natur ein Vermögen beſitzen, elektriſche Erſchei-

Erſcheinungen zu liefern. M. ſ. **Zitteraal, Zitterfiſche.** Dieſe hatten ſchon längſt zu der Vermuthung Veranlaſſung gegeben, daß überhaupt die elektriſche Materie als eine vorzügliche Triebfeder in dem ganzen Thierreiche zu betrachten wäre.

Aloyſius Galvani hat hauptſächlich mit todten Fröſchen Verſuche angeſtellet. Er entdeckte zufälliger Weiſe, daß die Muskeln eines todten Froſches durch künſtliche oder atmosphäriſche Elektricität in Bewegung geſetzt werden können. Er präparirte nämlich in einem Zimmer, in welchem ſich andere Perſonen mit der Elektricität beſchäftigten, einen Froſch, und in dem Augenblicke, da er eben mit ſeinem Scalpell einen Nerven des Froſches berührte, wurde von jemanden ein elektriſcher Funken in einiger Entfernung aus einer elektriſirten Kette gezogen, und ſogleich zog ſich der ganze Körper des Froſches convulſiviſch zuſammen.

Noch vor der galvaniſchen Entdeckung findet man eines beſonderen Umſtandes erwähnet, welcher mit dieſen Unterſuchungen in Verbindung zu ſtehen ſcheinet. Es erzählet nähmlich Dr. **Cotugno** *), Profeſſor der Anatomie zu Neapel, in einem Briefe an den Ritter **Vivenzio**, daß er zwiſchen ſeinen Füßen eine junge Hausmaus bey der Haut auf dem Rücken ergriffen, und dieſelbe ſo gewandt habe, daß die untere Seite heraufwärts gekommen ſey. Als er dieſe nun in der Lage lebendig anatomiren wollte, und den erſten Schnitt in den Bauch machte, ſo bewegte die Maus ihren Schwanz, und ſchlug damit ſo heftig an ſeinen dritten Finger, daß er zu ſeinem größten Erſtaunen, durch den linken Arm bis an den Hals eine Erſchütterung fühlte, welche mit einem innern Zittern, einer ſchmerzhaften Empfindung in den Armmuskeln und einem ſolchen Schwindel im Kopfe begleitet war, daß er für Schrecken die Maus fallen ließ. Der Krampf im Arme dauerte über eine Viertelſtunde, und er konnte

*) Cavallo, vollſtändige Abhandlung der Elektricität. Band II. S. 251 und im gothaiſchen Magazin für das neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte. B. VIII. St. 3. S. 121.

konnte nachher ohne Schaudern nicht an dieſen Vorfall gedenken. Es war ihm vorher gar nicht eingefallen, daß ein ſolches Thier elektriſch ſeyn könnte; allein er wurde durch dieſe Erfahrung davon hinlänglich überzeuget. Obgleich Herr **Gehler** bemerket, daß dieſe krampfhafte Erſchütterung von einer gezwungenen Bewegung des Armes entſtanden ſeyn könnte, ſo erhellet doch wenigſtens daraus, daß **Cotugni** der thieriſchen Elektricität mit ausdrücklichen Worten Erwähnung gethan habe. Der Brief war datirt am 3ten October 1784.

Nachdem nun **Galvani** dieſe merkwürdige Entdeckung an dem präparirten Froſche gemacht hatte, ſo gab ihm dieß Veranlaſſung noch mehrere Verſuche anzuſtellen, die er in einer eigenen Schrift beſchrieben, und zugleich eine eigene Theorie über dieſen Gegenſtand entworfen hat *).

1. Wenn er die Nerven eines getödteten und abgezogenen Froſches in eine elektriſche Atmosphäre brachte, ſo entſtand ein Zuſammenziehen der Muskeln mit einer zitternden convulſiviſchen Bewegung, und dieß ließ ſich einige Stunden nachher wiederhohlen.

2. Es mochte der Froſch mit dem elektriſirten Körper wirklich in Berührung gebracht werden oder nicht, er möchte ſelbſt den Funken erhalten oder nicht, ſo erfolgten immer jene Bewegungen, wenn nur eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie hindurchgieng, welches bloß durch einen Druck oder Bewegung der elektriſchen Atmosphären geſchah.

3. Alle dieſe Erſcheinungen nahm er auch bey andern eben ſo präparirten Thieren wahr. Er war ſelbſt neugierig zu erfahren, ob die Elektricität der Wolken auf die präparirten Gliedmaßen den nämlichen Einfluß hätte, als die künſtliche Elektricität der gewöhnlichen Elektriſirmaſchinen.

Zu

*) De viribus electricitatis in motu muſculari commentarius. Bonon. 1791. 4. Galvani, Abhandlung über die Kräfte der thieriſchen Elektricität auf die Bewegung der Muskeln, nebſt einigen Schriften der Herrn Valli, Carminati und Volta, von Dr. Joh. Mayer. Prag, 1793. 8.

Zu dieſer Abſicht führte er einen Leiter von der Spitze eines Hauſes bis zu dem präparirten Thiere, welches bald in freyer Luft auf einem Tiſche lag, bald in einem gläſernen Recipienten eingeſchloſſen war. Bey dieſer Vorrichtung thaten Blitz und Donner die nämliche Wirkung, wie die Funken aus der Elektriſirmaſchine. Es wurde eben dieſes Zuſammenziehen bemerkt, welches nach der Entfernung und Stärke des Blitzes bald ſtärker bald ſchwächer war. Hierbey wurde nun noch dieſer beſondere Umſtand wahrgenommen, daß ſich die Gliedmaßen nicht bey jedem Donnerſchlage ein Mahl zuſammengezogen, ſondern mit einer gewiſſen Art von Zittern oder auf einander folgenden Verzuckungen befallen wurden, welche der Zahl nach dem wiederhohlten Getöſe des Donners gleich waren; ein Beweis, daß das Rollen des Donners von keinem Echo, wie man ſonſt glaubte, herrühre.

4. Noch auffallender war es ihm, daß er dieſelben Bewegungen, dieſelben Verzuckungen u. ſ. f. und faſt eben ſo lange an todten, ja auch lebenden Thieren ohne Hülfe von anſcheinender Elektricität hervorbrachte. Er trennte nämlich bey einem getödteten Thiere einen Nerven von den Theilen, die ihn umgaben, hierauf entblößte er die Muskeln, welche zu jenem Nerven gehen, von der Haut; nahm ſodann ein Stück Metall, z. B. einen Draht, und berührte mit dem einen Ende desſelben den Nerven, und mit dem andern die Muskeln, und fand, daß ſich die Muskeln eben ſo bewegten, als wenn eine gewiſſe Menge Elektricität durch ſie hindurchgegangen wäre. Es erfolgten alle dieſe Erſcheinungen, das Präparat mochte auf einem iſolirten Geſtelle liegen, oder mit der Erde in Verbindung ſtehen. Wurde hingegen die Verbindung zwiſchen dem Nerven und der Muskeln nicht durch Metall oder andere Leiter der Elektricität, ſondern durch nichtleitende Körper, z. B. Glas, Siegellack, Oel u. ſ. bewerkſtelliget, ſo wurde keine Bewegung wahrgenommen.

Alles dieß gab ihm Gelegenheit, noch mehrere Verſuche anzuſtellen, welche in der angeführten Schrift weiter nachgeleſen werden können. Nach ſeiner Theorie nahm er an, daß

die

die Muskeln gleichſam geladene Flaſchen wären, deren Inneres + E, die äußere Oberfläche hingegen — E beſitze. Die Nerven vertreten nach ihm die Stelle der Leiter, welche das + E des Innern zu der äußern Fläche führen, auf welcher es im Augenblicke der Wiederherſtellung des Gleichgewichts Reitz und Zuſammenziehung erregen ſoll. Dabey nimmt er aber auch an, daß zwar die innern Theile der Nerven aus einer leitenden Subſtanz beſtehen, die auswendigen aber von einer iſolirenden Materie umgeben ſeyn, welche jedoch unter günſtigen Umſtänden den Uebergang der elektriſchen Materie nicht hindere.

Um alles in gedrängter Kürze ſo viel als möglich zu überſehen, worauf es eigentlich bey dieſem Gegenſtande ankömmt, werde ich die merkwürdigſten Verſuche nach **Cavallo** *), ohne aber die chronologiſche Ordnung zu beobachten, anführen, und zugleich diejenigen bemerken, welche **Cavallo** nicht berühret hat.

1. Wenn der elektriſche Wirkungskreis ſo ſtark iſt, daß zwiſchen der leitenden Subſtanz, die mit dem Thiere in Verbindung iſt, Funken entſtehen, oder wenn in der Nachbarſchaft des Thieres das Elektrometer afficiret wird, ſo werden auch ein ganzer Froſch, ein Sperling u. d. g. heftige Convulſionen bekommen. Iſt das Thier iſoliret, und es geht durch ſeinen Körper die Elektricität, ſo wird eine kleine Menge von elektriſcher Materie, welche durch einen kleinen Funken aus einem erſten mittelmäßigen Leiter unmittelbar zu erkennen iſt, den ganzen lebendigen Froſch afficiren. Wird hierzu eine leidner Flaſche genommen, ſo wird man finden, daß noch eine weit geringere Menge Elektricität zu dieſer Abſicht nöthig iſt, z. B. eine ſolche Ladung, welche zwar keine Funken mehr gibt, aber doch die Korkkügelchen eines Elektrometers merklich von einander treibt.

2. Ein Froſch aber, welcher nach **Galvani's** Methode präparirt iſt, wird von einer ungleich geringern Menge von

*) Vollſtändige Abhandlung der Elektricität. Leipz. 1797. Band 2, S. 252 u. f.

Elektricität afficirt. Herr Volta *) bemerkte, daß eine ſo geringe Quantität von elektriſcher Materie, welche auch bey dem empfindlichſten Elektrometer kein Auseinanderfahren bewirken konnte, ſondern ſich bloß an dem Condenſator der Elektricität wahrnehmen ließ, hierzu ſchon hinreichend ſey. Volta ſchätzt dieſen Grad der Elektricität auf $\frac{1}{100}$ bis $\frac{1}{500}$ eines Grades vom cavalloſchen Elektrometer. Ladet man z. B. eine leidner Flaſche, und ſtellet ſie nach der Entladung ſo, daß der präparirte Froſch in die zwiſchen der äußern und innern Belegung gemachte Verbindung kömmt, ſo iſt der Uebergang dieſes kleinen Ueberreſtes völlig hinreichend, Zukkungen hervorzubringen. Es geben alſo die ſo präparirten Froſchſchenkel gleichſam ein thieriſches Elektrometer ab, welches unter allen übrigen das empfindlichſte iſt, und die allerſchwächſten Grade der Elektricität angibt.

3. Wenn der Froſch ſo präparirt iſt, und eine ſolche Lage erhalten hat, daß die Elektricität durch einen Nerven in einen oder mehrere Muskeln gehen muß, ſo ſind gemeiniglich die convulſiviſchen Bewegungen heftiger, als wenn man ſie auf einen andern Theil des Körpers wirken läßt.

4 Anfänglich iſt die Reizbarkeit eines ſo präparirten Thieres am größten; nach und nach aber vermindert ſie ſich, bis ſie zuletzt ganz aufhört. Außerdem lehren die Verſuche, daß die kaltblütigen Thiere dieſe Eigenſchaft, von der Elektricität afficiret zu werden, länger als die warmblütigen behalten. Bey einigen von den warmblütigen iſt die Reitzbarkeit ſehr ſchwach, und dauert kaum einige Minuten nach dem Tode des Thieres, da im Gegentheil einige kaltblütige Thiere, beſonders die Fröſche, dieſe Eigenſchaft über 12 Stunden ja oft auf 2 bis 3 Tage behalten.

5. Wenn man ohne Beyhülfe der Elektricität bloß durch Berührung des Muskels und des Nerven mit dem Metalle eben

*) Schriften über die thieriſche Elektricität aus dem Italiän. überſ. von Dr. Johann Mayer. Prag 1793. 8. ingl. Nachricht von einigen Entdeckungen des Herrn Galvani in zwey Briefen von Volta an Cavallo aus den philoſoph. Transact. v. Jahr 1793. überſ. in Grens Journal der Phyſik. B. VIII. S. 303 u. f.

eben die convulſiviſchen Bewegungen erhalten hat, und nachher das Metall an dieſen Theilen beſtändig läßt, ſo hören dieſe Bewegungen nach einer gewiſſen Zeit ganz auf, und es werden nachher, wenn das Metall iſt weggenommen worden, ſelten noch einige Zuckungen bemerkt.

6. Da wir nun in der Natur keine Kraft, außer der elektriſchen, kennen, welche durch Waſſer, Metalle u. ſ. f. ſehr ſchnell, nicht aber durch Glas, Harze und andere Subſtanzen gehet, ſo müſſen wir nothwendig auf die Vermuthung gerathen, daß die beſchriebenen Wirkungen von der Elektricität herrühren, welche ſich entweder in einem und dem andern Theile des Thieres, oder der Körper, welche ihm nahe ſind, oder anderer Körper, welche die Verbindung zwiſchen den Nerven und den Muskeln ausmachen, erzeuge. Es iſt ſchwer einzuſehen, wie ſich eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie an einer Stelle des Körpers erzeugen oder anhäufen, und an der andern ein Mangel derſelben entſtehen könne, bey einem Thiere, welches durchaus die Elektricität leitet; und wenn es auch aus Leitern und Nichtleitern beſtehen ſollte, ſo würde ſich doch das geſchwinde Erzeugen der Elektricität, welches die bey jenen Verſuchen bemerkten Wirkungen zu erfordern ſcheinen, nicht leicht erklären laſſen. Herr **Volta** glaubte aus den Verſuchen des Herrn **Galvani**, welche er auch bey den Säugthieren und Vögeln angeſtellt hatte, ſelbſt anfänglich einen Beweis zu finden, daß eine allgemeine thieriſche Elektricität Statt habe. Aber bald darauf nimmt er die meiſten Folgen, die er zum Vortheil für die thieriſche Elektricität daraus hergeleitet hatte, wieder zurück. Durch eine größere Vervielfältigung dieſer Verſuche fand er, daß man eben dieſe convulſiviſchen Bewegungen im thieriſchen Körper hervorbringen könne, wenn man entweder zwey Stellen des Nerven allein, oder auch nur einen einzigen Muskel an verſchiedenen Punkten mit Metallen berühret, wenn man nur hierzu zwey verſchiedene Metalle gebrauchet. Dieß gab ihm zu erkennen, daß zwiſchen Nerven und Muskel keine Wiederherſtellung des geſtörten elektriſchen Gleichgewichtes,

ſondern vielmehr Störung des Gleichgewichtes oder Erzeugung der Elektricität Statt finde. Er ſieht nämlich nicht den thieriſchen Körper, wie **Galvani**, gleichſam als eine Ladungsflaſche an, ſondern bloß als Elektrometer. Nur einige wenige Phänomene bleiben ihm zurück, welche noch auf eine natürliche thieriſche Elektricität hinzuweiſen ſcheinen. Nachdem in Deutſchland die galvaniſchen Verſuche durch die Herrn **Ackermann** α) und **Schmuck** β) und ſelbſt durch die galvaniſche Schrift bekannt wurden, ſo wiederhohlten ſie verſchiedene Gelehrte. Unter andern geſchahe dieß von Herrn **Gren** γ), in Gegenwart der Herrn **Forſter**, **Klügel**, **Reil** und **Weber**. Er bemerkte aber zugleich, daß es ihm noch zu früh dünke, daraus phyſiologiſche Erklärungen zu ziehen, und daß ihm ſelbſt der Nahme thieriſche Elektricität nicht gut gewählet ſcheine, da er auf eine Urſache führe, die vielleicht in der Natur nicht Statt finde. Herr **Reil** gab vielmehr zu erkennen, daß alle dieſe Erſcheinungen nichts weiter anzuzeigen ſchienen, als eine ſehr große Empfindlichkeit der Muskeln gegen äußere Elektricität, welche bloß als ein Reizmittel wirke. Mehr hiervon wird weiter unten angeführet werden. Herr **Cavallo** bemerket, daß Subſtanzen unter gewiſſen oft zufälligen Umſtänden bald ſtärker, bald ſchwächer, bald gar nicht leiten. Wollte man nun dieß auf jenen Fall der thieriſchen Elektricität anwenden, ſo müſſe man zuerſt erwägen, daß zwar das ganze Thier ein Leiter der Elektricität ſey, dennoch aber jeder einzelne Theil davon ſie nicht gut leite. Zugegeben alſo, oder angenommen, daß in dem Körper des Thieres durch eine uns unbekannte Urſache eine gewiſſe Menge Elektricität hervorgebracht werde; ſo folge nothwendig, daß dieſe Elektricität durch einige Theile leichter

α) Vorläufige Bekanntmachungen wichtiger Erſcheinungen aus den neueſten phyſiologiſchen Verſuchen über die Nerven in der ſalzb. medic. chirurg. Zeitung. B. III. S. 289 u. f.

β) Beyträge zur nähern Kenntniß der thieriſchen Elektricität. Mannheim 1792. 8.

γ) Bemerkungen über die ſo genannte thieriſche Elektricität im Journ. der Phyſ. B. VI. S. 402 u. f. Schreiben des Hr. Prof. Reil über die ſo genannte thieriſche Elektricität. Ebendaſ. S. 411 f.

leichter fortgeleitet werden, und ſich daſelbſt leichter ausbreiten müſſe, als in andern; daher werde jene mehr elektriſche Materie enthalten, als dieſe. Da nun aber das Metall, womit man zwiſchen dem Nerven und dem Muskel eine Verbindung mache, ein beſſerer Leiter ſey als beyde, ſo ſtelle es das Gleichgewicht wieder her, und ſo könne folglich die thieriſche Elektricität ſelbſt Wirkungen der künſtlichen hervorbringen. Hieraus ließe ſich gewiſſermaßen eine Schwierigkeit heben, die nämlich, daß ſich die Elektricität bisweilen nicht im Gleichgewichte befinden, dieſes aber wiederhergeſtellet werden kann, in einem Körper oder mehreren mit einander verbundenen Subſtanzen, welche zwar alle wirkliche, aber nicht gleich gute Leiter der Elektricität ſind.

7. Es kann die leitende Verbindung zwiſchen dem Muskel und Nerven aus einem oder mehreren Stücken beſtehen, und dieſe können einerley oder verſchiedene mit einander verbundene Körper ſeyn, z. B. Metalle, Waſſer, mehrere Perſonen, auch ſogar Holz, der Fußboden, die Wände des Zimmers, Muskelfleiſch, Morcheln. Zu bemerken iſt aber, daß weniger vollkommene Leiter nur dann erſt tauglich ſind, wenn das präparirte Thier noch viel Kräfte beſitzt; denn wenn dieſe abnehmen, alsdann ſind nur vollkommene Leiter, z. B. Metalle, zu gebrauchen, und auch dieſe äußern verſchiedene Wirkungen.

8. Allein in dieſem faſt erſchöpften Zuſtande der thieriſchen Elektricität kann man über die Verſchiedenheit der leitenden Kraft von mehreren Subſtanzen einige Unterſuchungen anſtellen. Aus den Verſuchen, welche **Cavallo** mit **Dr. Lind** hierüber anſtellte, ergab ſich folgende Liſte von Leitern; ſie ſtehen nach der Ordnung ihrer Vollkommenheit, und der vollkommenſte ſteht oben an. Indeſſen hält ſie **Cavallo** noch gar nicht für ganz vollkommen, indem eine beträchtliche Verſchiedenheit durch Umſtände veranlaſſet werde, die kaum zu bemerken ſind, wohin vorzüglich gehöre der veränderliche Zuſtand des präparirten Thieres, die Fläche der dabey gebrauchten Subſtanzen, die Quantität der Berührung u. ſ. f.

 1.

1. Hämmerbare Platina, 2. Silber, 3. Gold, 4. Queckſilber, 5. Kupfer, 6. Meſſing, 7. Zinn, 8. Bley, 9. Eiſen, 10. der menſchliche Körper, 11. Salzwaſſer, 12. reines Waſſer.

Dr. Well *) hat entdeckt, daß Metalle fähiger gemacht werden, Zuſammenziehungen zu erregen, wenn ſie an verſchiedenen andern Subſtanzen, als an einem andern Metalle, gerieben werden, z. B. an Seide, Wolle, Leder, Fiſchhaut, an der flachen Hand, Siegellack, Marmor und Holz. Er glaubte, es ſey möglich, daß die auf dieſe Weiſe geriebenen Metalle einen gewiſſen Grad von Elektriſirung erhalten haben könnten, der, ſo ſchwach er auch ſey, doch noch hinreichend wäre, auf die Nerven zu wirken, welchen ſie zugeleitet würde. Allein er fand dieſe ſeine Vermuthung auf keinen Fall beſtätiget. Denn a. ein Metall, welches durch Reiben fähig gemacht wurde, Zuſammenziehungen zu erregen, zeigte keine Veränderung an Bennets Blattgoldselektrometer an; b. theilten feuchte Subſtanzen dem Metalle, wenn es damit gerieben wurde, das Vermögen mit, Zuſammenziehungen weit ſicherer zu erregen, als wenn ſie trocken waren, und wie bekannt, ſchwächt die Wirkung des Reibens zur Erregung der Elektricität die Dazwiſchenkunft von Flüſſigkeit; c. wenn die Hand, als ein unvollkommener Leiter, eine Anhäufung der Elektricität im Metalle beym Reiben veranlaßt hatte, ſo müßte gewiß eine ſtärkere Wirkung dieſer Art hervorgebracht werden, wenn das Metall dabey vollkommen iſoliret würde, wovon aber das Gegentheil geſchah; d. mit dem geriebenen Theile eines Metallſtückes berührte er das iſolirte freye Ende des Nerven von einer gehörig präparirten, auf den Fußboden des Zimmers gelegten Gliedmaße eines Froſches, es erfolgten aber keine Zuſammenziehungen. Nachher berührte er damit den Nerven und den Muskel zugleich, worauf ſogleich Zuſammenziehungen erreget wurden.

*) Philoſoph. transact. 1795. P. II. p. 246 f. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. III. S. 441. ff.

9. Die metalliſchen Erze ſind keine ſo guten Leiter, als die gereinigten Metalle ſelbſt, und ihre leitende Kraft iſt nach der Natur der Erze verſchieden; aber auch die metalliſchen Salze ſind ziemlich gute Leiter.

10. Merkwürdig iſt es, daß die Flamme eines Talglichtes, welche ſonſt ein ſehr guter Leiter der Elektricität iſt, die thieriſche nicht leiten will, wenn man den Verbindungskreis etwas unterbricht, und ſie dazwiſchen bringt. Nach **Cavallo** zeigte Holzkohle, in dieſe Lage gebracht, ſich ebenfalls als einen Nichtleiter, ausgenommen wenn ſie brennend war. **Volta** hingegen, welcher es zuerſt verſuchte, fand gut gebrannte Kohlen dazu geſchickt. Auch **Well** hat die Kohlen als Leiter befunden. **Fowler** fand ſie als Nichtleiter, und **Pfaff** einige als Leiter, andere als Nichtleiter.

11. Vitriolſäure und Alkohol ſcheinen die thieriſche Elektricität beſſer als das Waſſer zu leiten.

12. Ein Draht, welcher über und über, nur nicht da, wo er das präparirte Thier berühret, mit Siegellack oder einer andern nicht leitenden Subſtanz überzogen iſt, thut eben ſo gute Dienſte, als wenn er dieß nicht wäre.

13. Wenn man den Verbindungskreis zwiſchen dem Muskel und Nerven aus mehreren an einander liegenden Leitern macht, ſo müſſen ſich dieſe völlig berühren, ſonſt wird ſich die verlangte Wirkung nicht ereignen. Ein Metall auf das andere zu legen iſt ſelten hinlänglich, man müßte ſie denn gegen einander drucken. Faſſen ſich zwey oder mehrere Perſonen bey den Händen, ſo muß man oft die Verbindung durch Waſſer noch vollkommener machen; man benetzt nämlich die Finger hauptſächlich mit Salzwaſſer. Sind die Finger fettig oder voller Schweiß, ſo leiten ſie bisweilen die thieriſche Elektricität gar nicht. In dieſem Falle muß man ſie waſchen, und in Salzwaſſer tauchen. Eine Unterbrechung von höchſtens $\frac{1}{200}$ Zoll, welche **Cavallo** in den metallenen Verbindungskreis machte, hinderte die Verbindung der Elektricität zwiſchen den Nerven und Muskeln von ſechs Fröſchen, die er alle präpariret und mit einander verbunden hatte.

14. Die Arterien und Venen ſind nicht ſo gute Leiter, als die Nerven. Denn wenn ein Blutgefäß einen Theil des Verbindungskreiſes ausmacht, ſo finden die Zuckungen nur dann Statt, wenn nervöſe Aeſte an ihnen hangen; trennt man dieſe ſorgfältig, ſo erfolgt keine Bewegung. Eben dieß läßt ſich von den Knochen, Sehnen und Häuten behaupten. Denn wenn man einen von dieſen Theilen vom Körper trennt, und ihn in den Verbindungskreis zwiſchen den Muskeln und Nerven eines präparirten Froſches bringt, ſo wird keine Bewegung erfolgen, dieſe Theile müßten denn ſehr feucht ſeyn, und den Froſch unmittelbar berühren. Trockene Nerven ſind keine Leiter der thieriſchen Elektricität. **Valli** fand, daß die innere Subſtanz eines Nerven beſſer leite, als die äußere, oder ſeine Bekleidung.

15. Wenn man ein Stück des Nerven in ein dünnes Stück Metall, z. B. Zinnfolie oder Tabacksbley, wickelt, und eine metalliſche Verbindung zwiſchen dieſer Belegung oder Armatur und den Muskeln macht, ſo werden ſtärkere Bewegungen erfolgen. Auch den Muskel ſelbſt kann man mit Metall armiren, oder ihn bloß darauf legen; und wenn man nun hier zwiſchen der Armatur des Nerven und eines oder mehrerer Muskeln eine Verbindung macht, ſo werden die Bewegungen ſehr lebhaft ſeyn, und länger dauern, als wenn man keine Belegung oder Armatur gebraucht. Außer den Metallen kann die Armatur auch aus Waſſer, oder andern Leitern beſtehen. Eine ſolche Armatur ſcheint die Berührungspunkte zu vermehren. Man hat bemerkt, daß die Wirkung größer und gleichförmiger ſey, wenn die metallene Leitung zuerſt mit dem Muskel oder ſeiner Belegung, und dann mit ihrem andern Ende mit der Armatur des Nerven in Berührung gebracht wird, als wenn man den Nerven zuerſt damit berühret. Wenn alſo die Kraft des Thieres geſchwächt wird, ſo kann man ſich der erſtern Art mit Erfolg bedienen, nicht aber der letztern.

16. Merkwürdig iſt es, daß man bey dieſem Verſuche zwey verſchiedene Metalle nehmen muß, nämlich eins, das

den

den Nerven, und ein anderes, das die Muskeln berühret. Denn wenn ſie beyde von einerley Art ſind, z. B. von Silber, oder von Zinnfolie, ſo werden keine Zuckungen Statt finden. Man muß jedoch bemerken, daß Anfangs, wenn die Kraft des präparirten Thieres noch ſehr ſtark iſt, Zuckungen entſtehen, auch wenn beyde Belegungen von einerley Metall ſind, wenn gleich nicht ſo heftig, als wenn man zwey Metalle gebrauchet. Aber Anfangs, wenn die thieriſche Elektricität ſtark iſt, laſſen ſich die Bewegungen auch ohne Belegungen hervorbringen, ja auch, ohne metallene Verbindung. Bloß die Berührung des Tiſches, oder Annäherung eines Stücks Metall, ohne wirkliche Berührung, wird oft die Bewegungen hervorbringen. Allein dieſe große Empfindlichkeit iſt von kurzer Dauer; nach einer ſolchen Periode werden zwey Armaturen von einerley Metall keine Bewegung veranlaſſen. Der geringſte Unterſchied in Anſehung der Beſchaffenheit der beyden Belegungen iſt jedoch hinreichend, ſchwache Bewegungen hervorzubringen, z. B. wenn ſie von Silber von verſchiedenem Gehalt oder von verſchiedenen Bleyſorten u. ſ. f. gemacht ſind. Aus dem nämlichen Grunde iſt auch die Wirkung, wenn ſie aus zwey ſehr verwandten Metallen beſtehen, nicht ſo ſtark, als wenn beyde Metalle von ungleicher Natur ſind. So hat man gefunden, daß Gold und Silber nicht ſo gut ſind, als Silber und Zink, oder Gold und Bley. Gold, Silber, Stahl, Kupfer und Molybdän ſind, wenn man ſie mit Zinn, Bley oder hauptſächlich mit Zink verbindet, ſehr gute Erregungsmittel der Zuckungen an präparirten Thieren. Verbindet man aber je zwey von jenen Metallen, ſo wird die Wirkung beträchtlich ſchwächer. Große Stücke von jenen Metallen mit großen Flächen ſcheinen für dieſe Verſuche beſſer zu ſeyn als kleine kompakte.

Herr **Berlinghieri** *), zu Piſa, hingegen glaubt, daß es keinesweges ſchlechterdings nothwendig ſey, verſchiedene Metalle zu den Armaturen als Excitatoren anzuwenden; nach ſeinen Verſuchen ſind Wirkungen erfolget, wenn er ſich des Eiſens

*) Journal de phyſique. Avril 1793.

Eiſens allein, auch ſehr oft, wenn er ſich des Eiſens und Stahls zum Leiter bedienet hatte. Wenn er die Cruralnerven eines Froſches der Länge nach bloß legte, ſie hernach in der Mitte quer durchſchnitt, und auf einer Glastafel ſo ausbreitete, daß die Enden 1 Zoll weit von einander entfernet waren, und dieſen Zwiſchenraum mit einem Stück Silber ausfüllte, ſo zeigten ſich bey Anwendung des Excitators ſehr lebhafte Erſcheinungen, wenn hingegen ſtatt des Silbers Siegellack gebrauchet ward, ſo verſchwanden dieſe ſogleich, und alle Bewegungen hörten auf.

17. Durch neuere Verſuche hat man gefunden, daß das bloße Berühren von verſchiedenen Metallen Elektricität hervorbringe.

18. Es erfolgen alsdann auch Bewegungen, wenn die Metalle mit der präparirten Gliedmaße nicht unmittelbar in Berührung kommen, wofern ſie nur einen Theil des Verbindungskreiſes ausmachen.

19. Das Präpariren des Froſches oder eines andern Thieres zu dergleichen Verſuchen beſteht im Allgemeinen darin, daß man einen von den Hauptnerven da, wo er in ein bewegliches Glied hineingehet, von allen ihn umgebenden Theilen entblößet, und mit einer metallenen Folie armiret. Macht man alsdann die Verbindung, ſo wird ſich die Bewegung zeigen. Allein nach und nach nimmt die Kraft dieſer Bewegung immer ab, und man kann ſie gemeiniglich nicht über zwey bis drey Stunden bemerken. Die Empfänglichkeit der thieriſchen Organe wird nach dem Hrn. von Humboldt *) ungemein erhöhet, wenn man den Nerven mit oleum tartari per deliquium benetzt. So bald ein Nerve damit iſt befeuchtet worden, ſo werden zwar beym Galvaniſiren gleich anfänglich die Zuckungen um vieles verſtärkt, in dem Muskel ſelbſt aber, im Fall er auf einer Glasplatte ſich ſelbſt überlaſſen ruht, geht keine ſichtliche Veränderung vor. Nach 3 bis

*) Neue Verſuche, beſonders in Hinſicht auf die verſchiedene Empfänglichkeit der thieriſchen Organe, in Grens neu. Journale der Phyſik B. III. S. 165 u. f.

bis 4 Minuten hingegen, beſonders wenn man den Nerv in die Höhe hebt, damit die alkaliſche Auflöſung nach der Inſertion des Nerven in den Muskel herabläuft, ſieht man Kennzeichen eines fürchterlichen Stimulus. Der Schenkel auf einer bloßen Glasplatte liegend, mit keinem Metall oder kohlenhaltigem Stoff in Berührung, geräth von ſelbſt in die lebhafteſten Zuckungen. Muskeln, aus welchen man alle Lebenskraft entwichen glaubte, weil ihr Nerv mit Zink und Silber, oder Zink und Gold keinen Reitz mehr erregte, zuckten heftig mit gleichartigen Metallen, als ihr Nerv mit der alkaliſchen Auflöſung getränkt war. Thiere, deren Reitzempfänglichkeit durch warme Solutionen von Arſenikkalk zernichtet war, zuckten ſogleich lebhaft wieder, als ſie mit dem oleum tartari beſtrichen wurden.

20. Mit einem auf dieſe Weiſe präparirten Froſche laſſen ſich Verſuche von verſchiedener Art anſtellen; die beyden folgenden Methoden aber ſind vorzüglich zu empfehlen, weil ſie ſehr heftige und in die Augen fallende Bewegungen hervorbringen:

a. Man halte das eine Bein des Präparats an ſeinem Ende, und laſſe das andere Bein mit dem armirten Nervenbündel und des auf jenem liegende Stück Rückgrath herunterhängen. In dieſer Lage bringe man ein Stückchen Silber zwiſchen den herunterhängenden Schenkel und den Nerven, ſo daß die eine Fläche von ihm jenen, ſeine andere oder der Rand desſelben aber die metallene Belegung von dieſem berühre. Hier wird man finden, daß der herunterhängende Schenkel ſehr heftig vibriren wird, bisweilen ſo ſtark, daß er gegen die Hand, mit der man das andere Bein hält, ſchlägt.

b. Man ſetze zwey mit Waſſer gefüllte Weingläſer ganz nahe an einander, doch ſo, daß ſie ſich nicht völlig berühren. Hierauf lege man die Schenkel und Beine des präparirten Froſches in das Waſſer des einen Glaſes, und die Nerven über den Rand von beyden Gläſern, ſo daß das Stück Rückgrath und die Armatur das Waſſer

im andern Glaſe berühren. Wenn man nun zwiſchen dem Waſſer in beyden Gläſern, mittelſt eines Ausladers, eine Verbindung macht, oder die Finger der einen Hand in das Waſſer des Glaſes, worin ſich die Beine befinden, taucht, in der andern Hand aber ein Stückchen Silber hält, und damit die Belegungen der Nerven berühret, ſo wird man ſich die präparirten Beine bisweilen ſo ſtark bewegen ſehen, daß ſie gar aus dem Glaſe herausſpringen.

21. Nähert man den metallenen Auslader dem präparirten Nerven und den damit verbundenen Gliedmaßen, ſo erfolgen nicht nur im letztern Contractionen, ſondern auch in verſchiedenen andern Theilen, welche damit in Verbindung ſtehen. Wenn ein präparirter Froſch durch oft wiederhohlte Berührung mit dem Auslader ſeine Kraft verloren hat, ſo ſchiebe man die Armatur an eine andere Stelle des nämlichen Nerven, hauptſächlich näher an die Muskeln, und man wird die Kraft mehrentheils wieder hergeſtellt finden.

22. Ein Unterbinden des Nerven, nahe an der Stelle, wo er in den Muskel geht, verhindert meiſtens die Bewegungen; unterbindet man ihn aber in einiger Entfernung von dem Muskel, ſo geht der Verſuch ſo gut von Statten, als wenn man ihn nicht unterbunden hätte. Dr. **Valli** behauptet, daß das Unterbinden des Nerven der künſtlichen Elektricität eben ſo hinderlich ſey als der thieriſchen.

23. Gebraucht man Armaturen von verſchiedenen metalliſchen Subſtanzen, und verbindet ſie unter einander, ſo kann man bey einem lebendigen Froſche auch bey andern lebendigen Thieren Bewegungen hervorbringen. Den Verſuch ſtellt man auf folgende Art an: man legt den lebendigen Froſch auf ein Stück Zink, und befeſtiget einen Streifen Zinnfolie auf ſeinem Rücken; iſt dieß geſchehen, und macht man eine Verbindung zwiſchen beyden Armaturen hautſächlich mit Silber, ſo zeigen ſich die ſpasmodiſchen Zuckungen nicht nur in den Muskeln, welche die Metalle berühren, ſondern auch in den in der Nähe liegenden. Den Streifen Zinnfolie

kann

kann man, wenn man ſich zur Leitung des Silbers bedient, ganz weglaſſen. Dieſer Verſuch läßt ſich auch unter dem Waſſer anſtellen.

24. Bey dieſen Verſuchen ereignet es ſich oft, beſonders wenn man ſie mit Fröſchen und jungen Hühnern anſtellt, daß man, wenn man die metallene Leitung anbringt, in den präparirten Gliedmaßen keine Bewegungen hervorbringen kann, welche doch das Thier nach Willkür zu bewegen vermag. Ein andermahl hingegen bewirkt der Gebrauch des Ausladers Bewegungen in Gliedmaßen, welche dem Anſcheine nach das Thier zu bewegen nicht im Stande iſt. So hemmt z. B. Opium, wenn man es an einen Muskel oder Nerven bringt, die willkürlichen Bewegungen des Muskels oder der von jenem Nerven abhängenden Muskeln; der Gebrauch der Armaturen und des Ausladers hingegen bringt Bewegungen in ihnen hervor. Es ſcheint unbezweifelt zu ſeyn, daß ſich in der thieriſchen Hülle eine Kraft befinde, welche größtentheils die Wirkung des gebrauchten Metalls, ſie ſey auch welche ſie wolle, aufhebt. Iſt das Thier ſehr munter, ſo laſſen ſich durch jene Mittel ſelten Zuſammenziehungen hervorbringen; hat man hingegen einen Theil des Körpers zuvor durch Reiz u. d. g. empfindlicher gemacht, ſo kann man von dem Gebrauche der Metalle beträchtlichere Wirkungen erwarten.

25. Auch der Körper eines lebenden Menſchen kann für die Wirkungen der Metalle empfänglich gemacht werden, und ſie laſſen ſich ſo wohl mit Hülfe des Geſichtes, als des Geſchmacks wahrnehmen. Man lege jemanden ein Stück Metall auf die Zunge, und ein Stück von einem andern Metalle unter dieſelbe; wenn man nun beyde Metalle dadurch, daß man ſich ihre Enden berühren läßt, oder ein anderes Stück Metall dazwiſchen bringt, mit einander verbindet, ſo wird er eine ganz eigene Empfindung, eine Art von kühlem und ſäuerlichem Geſchmack wahrnehmen, faſt wie der, welchen die künſtliche Elektricität hervorbringt. Am beſten bedient man ſich bey dieſem Verſuche des Silbers und Zinks.

Die

Die Empfindung ſcheint noch merklicher zu ſeyn, wenn die Metalle die gewöhnliche Temperatur der Zunge haben. Man kann auch das Silber oder Gold an einen andern Theil des Körpers halten, an den Mund, die Naſe, die Ohren oder eine andere empfindliche Stelle des Körpers; und wenn man ſodann den Zink an die Zunge bringt, und beyde Metalle verbindet, bemerkt man den Geſchmack auf der Zunge. Die Wirkung iſt ſtärker, wenn man den Zink nur wenig, von dem Silber aber ein beträchtliches Stück Fläche berühret, als umgekehrt. Statt der Zunge kann man auch die Metalle an den Gaumen, ſo weit hinter als möglich anlegen, und man empfindet ſodann, wenn man ſie verbindet, einen ſtarken Geſchmack oder Reitz. Ein ſehr auffallendes Reitzmittel hat **John Robinſon** dem Dr. **Fowler** gemeldet: man bringe eine kleine Zinkplatte inwendig an den einen Backen, und eine Silberplatte an den andern; und zwar bringe man die Backen mit den Metallen in ſo vielen Punkten als möglich in Berührung. Nun ſchiebe man eine kleine Zinkſtange zwiſchen den Zink und den einen Backen, und eine ähnliche von Silber zwiſchen das Silber und den andern Backen, und laſſe ſich ihre äußern Enden langſam berühren. Hier wird man ein empfindliches convulſiviſches Zwicken in den dazwiſchen liegenden Theilen des Zahnfleiſches, mit hellen Blitzen in den Augen begleitet fühlen. Dieſe Blitze wird man ſo wohl vor der Berührung ſehr deutlich wahrnehmen, als auch nachher zum zweiten Mahle, wenn man die Enden wieder von einander bringt. Verwechſelt man die Stäbchen, ſo erfolgt gar keine Wirkung. Es iſt auch ſchon hinreichend, wenn man hierzu nur ein Stäbchen von Zink und eins von Silber anwendet.

26. Dieſer Verſuch afficiret nicht jeden in gleichem Grade. Einige bemerken die Empfindung oder den Geſchmack nur ſehr wenig, oder auch gar nicht; auf andere hingegen wirkt er ſehr ſtark, und iſt ihnen ſehr zuwider. Andere halten es wiederum mehr für ein Stechen und nicht eigentlich für einen Geſchmack. Herr Hofrath **Lichtenberg**

berg *) vergleichet die Empfindung beym Silber und Bley mit derjenigen, welche man nach einem ſchwachen Verbrennen der Zunge fühlt.

27. Die Verbindung zwiſchen beyden Metallen kann man auf verſchiedene Arten zu Wege bringen. Man ſtelle z. B. zwey große Gläſer voll Waſſer neben einander, ohne daß ſie ſich berühren. Nun lege man ein ovales Stück Zinnfolie mit einem Ende in das Waſſer des einen Glaſes, ſo daß das andere Ende herausgehet; in das Waſſer des andern Glaſes aber das eine Ende eines ovalen Silberblättchens, und laſſe die herausgehenden Theile einander berühren. Hierauf tauche man die Spitze der Zunge in das Waſſer des erſten, und die Finger der einen Hand in das Waſſer des zweyten Glaſes, und man wird ſogleich den ſäuerlichen Geſchmack bemerken, und zwar ſo lange, als man die Finger in dieſer Lage erhält.

28. Wenn man Metalle auf den Sinn des Geſichts wirken laſſen will, ſo laſſe man jemanden im Dunkeln ein Streifchen Zinnfolie auf das eine Augenlied legen, und ein Stück Silber, z. B. einen Löffel oder dergleichen in den Mund nehmen. Macht man nun zwiſchen dem Löffel und der Zinnfolie eine Verbindung, ſo wird ein ſchwacher Blitz von weißem Lichte vor den Augen erſcheinen. Noch beſſer läßt ſich dieſer Verſuch anſtellen, wenn man ein Stück Zink zwiſchen die Oberlippe und das Zahnfleiſch, ſo hoch als möglich, und eine Silbermünze auf die Zunge legt, oder auch ein Stückchen Silber in das eine Naſenloch ſteckt, und ein Stückchen Gold oder Zink mit dem obern Theile der Zunge in Berührung bringt. In beyden Fällen wird man den Lichtblick wahrnehmen, ſo bald beyde Metalle mit einander in Verbindung kommen, entweder durch eine unmittelbare Berührung ihrer Enden, oder wenn man ſich dazu anderer Leiter der thieriſchen Elektricität bedienet. Wird dieſer Verſuch an einem nur ſchwach erleuchteten Orte mit offenen Augen angeſtellt, ſo werden

*) Grens Journal der Phyſik B. VI. S. 415.

werden die Darnebenſtehenden gemeiniglich bey der wechſelſeitigen Berührung der Metalle ein geringes Zuſammenziehen der Pupille bemerken.

29. Auch bey ſolchen Perſonen, bey denen chirurgiſche Operationen ſind gemacht worden, hat man Verſuche angeſtellet. Herr **Creve** war der erſte, welcher Gelegenheit fand, dergleichen Verſuche zu machen. Es mußte nämlich im Juliushoſpital zu Würzburg einem neunjährigen Knaben das linke Bein zunächſt an der Mitte des Oberſchenkels abgenommen werden. Sogleich nach der Operation ſuchte Herr **Creve** den Kniekehlnerven, brachte um denſelben ein Streifchen Stanniol, und berührte Nerven und Stanniol zugleich mit einem franzöſiſchen Laubthaler. Augenblicklich erfolgten die heftigſten Contraktionen, ſo wohl in dem Theile, welcher ſich oberhalb des Kniegelenks, als in dem andern, welcher ſich unterhalb desſelben befand. Die Contraktionen zeigten ſich aber nicht, wenn der Stanniol vom Nerven abgenommen, oder ſtatt der Silbermünze eine ſtählerne Pinzette gebrauchet, oder Stanniol und Silber vom Blute verunreiniget war.

30. Wenn man Fröſche durch einen gerade ſo ſtark erforderlichen elektriſchen Schlag tödtet, und ſie alsdann auf die gewöhnliche Art präpariret, ſo finden die Bewegungen Statt; ſind ſie aber durch ſehr ſtarke Schläge getödtet worden, ſo hören nachher alle Bewegungen auf.

31. Wenn Thiere vorher ertränkt wurden, und man ſetzte ſie nachher der Wirkung der Metalle aus, ſo zeigten ſich, wenn man den Auslader an die Muskeln, und einen zuvor entblößten und armirten Nerven brachte, ganz verſchiedene Wirkungen. Bey einigen hatte alle Bewegung aufgehöret; andere zeigten noch einige. Bisweilen waren die Zuckungen noch ſehr heftig, dauerten aber nicht lange; einigemahl wird ſelbſt das Thier, wenn man in ihm Zuckungen erregte, wirklich wieder zum Leben gebracht. Herr **Creve** *) wurde ſelbſt auf

*) Vom Metallreitze, einem neuentdeckten Prüfungsmittel des wahren Todes, mit Kupf. Leipz. und Gera 1796. 8.

auf den Gedanken geleitet, den Metallreitz als ein Kennzeichen vorzuſchlagen, wodurch man den Scheintod von dem wahren unterſcheiden könne. Dieſen Gegenſtand führte Herr Klein *) noch weiter aus. Allein es wird doch der Metallreitz zu dieſer Abſicht keinesweges mit Sicherheit angewendet werden können, weil man Perſonen gefunden hat, welche gegen dieſen Reitz beynahe gar keine Empfindlichkeit gezeiget haben.

32. Wenn man Thiere durch Gifte oder einen andern Reitz getödtet hatte, ſo war doch die ſo genannte thieriſche Elektricität nicht verloren gegangen. Hatte man aber den Thieren ihr Leben in ſalpeterartiger oder dephlogiſtiſirter Luft geraubet, ſo waren dieſe Bewegungen ſehr ſchwach, und folgten nur nach Verfluß einer ziemlichen Zeit auf einander. Verhungerte oder durch freſſenden Sublimat getödtete Thiere, die nachher präpariret ſind, und der Wirkung der Metalle ausgeſetzet worden, haben gar keine Bewegungen gezeigt.

Die Eigenſchaft, ſagt **Cavallo**, durch eine metallene oder andere Verbindung zwiſchen den Nerven und Muskeln in Bewegung geſetzet zu werden, iſt nicht wenigen Thieren allein eigen, ſondern ſcheinet überhaupt allen Thieren zu zukommen; ein Naturgeſetz, welches wenige Ausnahmen zuläßt, und auch dieſe wenigen ſind noch ſehr zu bezweifeln. Man hat bereits mit mehreren Thieren, welche auf der Erde, in der Luft und im Waſſer leben, Verſuche angeſtellt. Am menſchlichen Körper bey chirurgiſchen Operationen, oder an friſch abgelöſten Gliedmaßen haben ſich, beym Gebrauche der Metalle, Zuckungen gezeigt. Von dem Ochſen und Pferde, bis zur Fliege, hat man die Wirkungen des Metallreitzes zu wiederhohlten Mahlen, und unbezweifelt wahrgenommen. Bey einigen dauert die Kraft länger, als bey andern; die Bewegungen ſind auch mehr zu bemerken und heftiger nach der verſchiedenen Beſchaffenheit und Stimmung des Thieres. Das Bein eines ſo eben geſtorbenen Pferdes ſchlug ſo gewaltig,

*) Diss. de metallorum irritamento ad explorandam veram mortem. Mogunt. 1794. 4. überſ. in Grens neuem Journal der Phyſik. B. I. S. 36 u. f.

tig, daß ein ſtarker Mann mit aller Gewalt den Schlag nicht aufhalten konnte. Kaltblütige Thiere behalten jene Kraft insgemein länger, als warmblütige; aber auch unter denen, welche unter dieſe Claſſe gehören, bemerkt man eine beträchtliche Verſchiedenheit, welche von der verſchiedenen Stärke oder Reitzbarkeit ihrer Fibern, und vielleicht auch von andern uns noch unbekannten Urſachen herrühret. Die Thiere, welche von dem obigen allgemeinen Geſetze eine Ausnahme zu machen ſcheinen, ſind einige Würmer, einige andere Inſekten, die Auſter und einige andere kleine Seethiere. Allein da die Organiſation dieſer Thiere nicht viel Reitzbarkeit zu beſitzen, noch viel Bewegung zu verſtatten ſcheinet, ſo kann man annehmen, daß die Wirkung des Metallreitzes zu ſchwach ſey, als daß wir ſie mit unſern Sinnen wahrnehmen könnten. Wirklich hat man auch neuerlich bey verſchiedenen Thieren, von denen man zuvor geglaubt hatte, daß die Berührung der Metalle nicht auf ſie wirke, Contraktionen hervorgebracht, nachdem man wirkſamere metallene Verbindungen entdeckt, und einige reitzbarere Theile an ihnen gefunden hat.

Alle dieſe von **Cavallo** angeführten Verſuche ſind ebenfalls von Herrn **D. Chriſtoph Heinrich Pfaff** [α]) in einer ſehr ſchönen Ordnung vorgetragen, und in einer andern Schrift [β]) noch mehrere dergleichen Verſuche angegeben worden, aus welchen zu erhellen ſcheinet, daß das galvaniſche Fluidum ganz andern Geſetzen, als die elektriſche Materie folge.

Die Phyſiker ſind überhaupt unter ſich nicht einig, was eigentlich der Galvanismus ſey, und wie er auf die Muskeln wirke. Viele Phyſiker nehmen an, der Galvanismus ſey nichts weiter als die Elektricität. Hierbey entſteht aber die Frage, woher entſpringt die Elektricität; wird ſie erſt während der Verſuche erregt, und entſteht ſie von außen? oder iſt ſie

ſchon

α) Diſſ. de electricitate animali. Stuttg. 1793. 8. Deutſch; Abhandlung über die ſo genannte thieriſche Elektricität, in Grens Journal der Phyſik B. VIII. S. 196 f. Auch beſonders unter dem Titel: Ueber thieriſche Elektricität und Reitzbarkeit, ein Beytrag zu d. neueſt. Entdeckungen über dieſen Gegenſtand. Göttingen 1794.

β) Ueber thieriſche Elektricität und Reitzbarkeit. Göttingen 1795. 8.

ſchon erregt in dem thieriſchen Körper vorhanden? In dieſem letztern Falle erſt würde wahre thieriſche Elektricität Statt finden. **Galvani** und **Valli** behaupteten eben letzteres. Sie meinten, in dieſer Elektricität das Lebensprincip entdeckt zu haben, von welchem alle Empfindlichkeit und Reitzbarkeit des thieriſchen Körpers abhienge. Allein dieſe Annahme iſt bey weitem nicht hinreichend, alle Verſuche daher herleiten zu können. Nimmt man mit **Galvani** an, daß ein jeder Muskel gleichſam als eine geladene Flaſche zu betrachten ſey, und durch eine leitende Verbindung der äußern und innern Fläche entladen wird, ſo kann man auf keine Weiſe einſehen, woher die Muskeln das Vermögen nehmen, die Contraktionen ſo oft und ſo lang zu wiederhohlen, da doch kein Grund da iſt, warum nach einer Entladung das Innere von neuem + E wieder erhalten ſollte. — Nimmt man aber mit **Valli** an, daß die elektriſche Materie in den Nerven von Natur angehäuſt ſeyn, und durch den Uebergang in die Muskeln Zuſammenziehung erregen ſoll, ſo iſt dieſe Anhäuffung der freyen elektriſchen Materie in einer leitenden Subſtanz, welche allenthalben mit Leitern umgeben iſt, aller Analogie entgegen; außerdem iſt auch hiermit der Satz nicht zu vereinigen, daß die Elektricität in den Nerven bloß als Reitzungsmittel wirke, welchen doch verſchiedene Gründe ſehr wahrſcheinlich machen.

Herr **Volta**, welcher ſich mit dieſem Gegenſtande unter allen Phyſikern am meiſten beſchäfftiget, und ihn auf eine ſehr vielfache Art unterſuchet hat, glaubt, daß die Urſache, welche Muskularbewegungen erregt und den Geſchmacks- und Geſichtsſinn afficiret, das gewöhnliche elektriſche Fluidum iſt, welches nicht durch einen thieriſchen Lebensprozeß, ſondern durch Berührung heterogener Leiter unter einander in Action geſetzet wird. Anfänglich blieben ihm aber doch noch einige Verſuche übrig, welche auf eine natürliche thieriſche und eigentlich organiſche Elektricität hinzuweiſen ſchienen. Dahin rechnet er diejenigen Verſuche, wo man keine verſchiedenen Belegungen, oder überhaupt gar keine Belegung nöthig hat, wo ein bloßer Metalldraht oder jeder andere Leiter, wel-

cher die Stelle eines Ausladers zwiſchen dem iſolirten Nerven und einem davon abhängenden Muskel vertritt, in dem letzteren Zuckungen erregen kann. Hierbey bemerkt er jedoch zugleich, daß man die Idee, welche beym erſten Anblicke dieſer Sache auf eine deutliche Erklärung der Muskelbewegungen zu weiſen ſchienen, ganz aufgeben müſſe. Alle ſeine Verſuche hätten ihm deutlich gezeiget, daß die in den Organen erregte Elektricität keinesweges auf die Muskeln unmittelbar wirke, daß ſie nur die Nerven reitze, und daß dieſe in Bewegung geſetzt wiederum die Muskeln reitzen. Endlich iſt es ihm gelungen *), die bey der Berührung der verſchiedenen Leiter in Action geſetzte elektriſche Materie, durch Hülfe ſeines Condenſators der Elektricität, welcher nach einer neuen Art eingerichtet iſt, und noch weit beſſer durch **Nicholſons** Duplicator bis zur Wahrnehmung an einem Elektrometer darzuthun.

Weil die verſchiedenen Leiter nicht gleiches Vermögen zeigen, bey ihrer Berührung unter einander, einen elektriſchen Strom zu veranlaſſen (n. 8.), ſo theilet ſie Hr. **Volta** zu dieſer Abſicht in zwey Claſſen ein: in **trockene**, welche die erſte Claſſe ausmachen, und wohin vorzüglich die Metalle, die Kieſe und Holzkohlen gehören; und in **feuchte Leiter**, welche die zweyte Claſſe ausmachen. Allezeit nun, wenn man in einem vollſtändigen Kreiſe von Leitern entweder einen von der zweyten Claſſe zwiſchen zwey unter einander verſchiedene von der erſtern Claſſe, oder umgekehrt einen von der erſten Claſſe zwiſchen zwey unter ſich verſchiedene von der zweyten Claſſe bringt, wird zur Rechten oder zur Linken ein elektriſcher Strom veranlaſſet, welcher bey Unterbrechung des Kreiſes wieder aufhöret, bey Wiederherſtellung desſelben wieder von neuem veranlaſſet wird, und ſo in den reitzbaren Theilen, welche einen Theil des leitenden Kreiſes ausmachen, Empfindung und Bewegung hervorbringt. Herr **Volta** hat durch ſeine Unterſuchungen bewieſen, daß die elektriſche Action hauptſächlich durch die Berührung zwey verſchiedener

*) Grens neues Journ. d. Phyſik B. III. S. 479. B. IV. S. 107 u. f.

ner Metalle mit feuchten Leitern veranlaſſet wird, obgleich dieſelbe auch bey Berührung der trockenen heterogenen Leiter unter einander, und ſelbſt der feuchten heterogenen Leiter unter einander Statt findet. Die verſchiedenen Arten der Verbindung der Leiter unter einander zur Veranlaſſung eines elektriſchen Stroms laſſen ſich durch Zeichnungen deutlicher machen, welche ich nach Herrn **Volta** hier beyfüge. Die größern Buchſtaben deuten die verſchiedenen Leiter oder Erreger (moteurs) der erſtern Claſſe, und die kleinern die der zweyten Claſſe an:

Die fig. 123. kann den Fall vorſtellen, wo der Froſchnerve den feuchten Leiter a macht, welcher an zwey verſchiedenen Stellen von zwey verſchiedenen Metallen oder Leitern der erſten Claſſe A (Silber) und Z (Zink) berühret wird, welche ſich unter einander wieder ſelbſt berühren, oder a iſt die Spitze der Zunge zwiſchen Silber und Stanniol, welche ſich unter einander berühren.

Die fig. 124. ſtellt den Fall vor, wo ſich ein Leiter der erſtern Claſſe zwiſchen zwey ſich berührenden heterogenen Leitern der zweyten Claſſe in Berührung befindet.

Wenn der Kreis bloß von zwey Arten der Leiter, ſo verſchieden ſie auch ſind, und ſo vielfach auch die Anzahl der Stücke ſey, woraus er beſteht, zuſammengeſetzet iſt, wie fig. 125. 126. 127. und 128., ſo werden ſich nun zwey gleiche Kräfte einander entgegen geſetzet befinden, d. h. es wird das elektriſche Fluidum nach zwey entgegengeſetzten Richtungen gleich ſtark getrieben, ſo daß ſich kein elektriſcher Strom weder zur Rechten noch zur Linken, noch umgekehrt, bilden kann, welcher im Stande wäre, Convulſionen zu erregen.

Es gibt auch andere Fälle, andere Verbindungen, wo die Kräfte ebenfalls im Gleichgewichte ſind, und wo folglich kein elektriſcher Strom Statt findet, wenigſtens kein ſolcher, der auf die zarteſten Nerven Eindruck machen, oder in dem aufs vortheilhafteſte präparirten Froſche, welcher ſich im Kreiſe befindet, Erſchütterung erregen könnte, ungeachtet der Dazwiſchenkunft zwey oder mehrerer verſchiedener Metalle.

Dieß iſt der Fall, wenn jedes dieſer Metalle ſich zwiſchen zwey feuchten, oder den der zweyten Claſſe, und die ſehr nahe von einerley Art ſind, befindet, welchen Fall die fig. 129. vorſtellet, oder wenn auch in dem Kreiſe aus drey Stücken zwey derſelben von einerley Metall, und eins von einem andern Metalle iſt, die ſo verbunden ſind, daß ſich dieſes unmittelbar zwiſchen jenen befinde, wie fig. 130.

Wenn aber im letztern Falle das mittlere Metallſtück A unmittelbar mit einem Ende an eines von den beyden Stücken Z appliciret iſt, mit dem andern Ende aber nicht unmittelbar das andere Stück Z, ſondern einen dazwiſchen liegenden feuchten Leiter m, welcher von g verſchieden iſt, berühret, wie es die fig. 131. vorſtellet, ſo iſt die elektriſche Materie an beyden Seiten nicht mehr im Gleichgewichte, und es entſteht nun ein elektriſcher Strom. Wenn alſo g ein präparirter Froſch, Z, Z Stücke von Zink, A Silber, und m ein Waſſertropfen, ein Stückchen feuchte Morchel, Seife, Kleber, Eyweiß u. d. g. iſt, ſo wird der Froſch in Zuckungen gebracht, ſo bald man den Kreis vollſtändig macht.

Wenn man einen andern Waſſertropfen, oder irgend einen feuchten Leiter zwiſchen das andere Ende von A, und das andere correſpondirende Stück Z bringt, wie fig. 132. zeigt, ſo ſind wiederum die Kräfte von der Rechten zur Linken einander entgegengeſetzet, mithin wird der elektriſche Strom verhindert, und der Froſch bleibt ſolcher Geſtalt unbewegt. Eben dieß findet auch in dem Falle fig. 133 und fig. 134. Statt.

In den Verbindungen hingegen, welche durch fig. 135. 136. 137. 138 und 139 vorgeſtellet ſind, ſind ſich die Actionen, welche durch die metalliſchen Berührungen entſpringen, nicht mehr einander entgegengeſetzet, mithin entſteht ein elektriſcher Strom. In dieſen Figuren kann g den präparirten Froſch vorſtellen, welcher an der einen Seite bey den Füßen, an der andern beym Rumpfe von feuchten Händen der beyden Perſonen p, p gehalten wird, A und Z aber Stücke von Silber und Zink.

Fehlte in fig. 136. a zwiſchen A und Z, ſo würde dieſe Verbindung mit der in fig. 134. vorgeſtellten übereinkommen, und kein elektriſcher Strom veranlaſſet werden. Man kann daher den Verſuch auf eine frappante Art abändern. Es ſey in fig. 136. im Kreiſe zur Linken p eine Perſon, welche in der linken feuchten Hand einen ſilbernen Löffel, worin etwas Waſſer a iſt, bey dem Stiele hält, in der Rechten auch ein Silberſtück A hat; p oben im Kreiſe zur Rechten halte in der rechten Hand ein Stück Zink, in der Linken die untern Extremitäten des präparirten Froſches g, deſſen Rumpf von der dritten oder mittleren Perſon p mit der rechten Hand gehalten wird, während ſie in der Linken mit einer Stange Zink das Silberſtück A der erſten Perſon berühret. Wenn nun die beyden äußerſten Perſonen ihr Silber und Zink ſich trocken berühren laſſen, ſo tritt der Fall fig. 134. ein, und der Froſch bleibt ruhig; er wird aber lebhaft erſchüttert, wenn die eine Perſon, ſtatt mit dem trockenen Zink eine trockene Stelle des ſilbernen Löffels zu berühren, das Waſſer a darin berühret, wodurch der Fall fig. 136. hergeſtellet wird.

Wenn in dem Falle, den fig. 140. vorſtellet, zwiſchen jedes A und Z ein feuchter Leiter a von einerley Art angebracht wird, ſo werden dadurch alle Actionen wieder entgegengeſetzet, und ins völlige Gleichgewicht gebracht, und folglich die Entſtehung des elektriſchen Stroms gehindert.

Wenn man einen Froſch, welchem bloß der Kopf abgeſchnitten, und welcher bloß dadurch getödtet worden, daß man ihm eine Nadel in das Rückenmark ſteckt, in zwey nahe an einander geſetzte Gläſer mit Waſſer ſo eintauchet, daß der Rumpf in dem einen, der Schenkel aber in dem anderen liegen, ſo wird er heftig erſchüttert werden und ſich mit Lebhaftigkeit bewegen, ſo bald man das Waſſer der beyden Gläſer durch einen Bogen aus zwey verſchiedenen Metallen, wie Silber und Zinn, oder beſſer Silber und Zink in leitende Verbindung ſetzet. Dieſer Verſuch wird ſelbſt ſehr gut von Statten gehen, wenn auch der metallene Bogen von einerley

Materie vorzüglich von Silber iſt, an deſſen einem Ende etwas Schwefelleber hängt. Den Typus dieſes Verſuchs ſtellt die fig. 141. vor, wo g der Froſch iſt, a, a die beyden Gläſer mit Waſſer, A der Bogen eines einzigen Metalles und m das Stückchen Schwefelleber.

Noch gibt es eine dritte Art, das elektriſche Fluidum zu erregen, obgleich auf eine weit ſchwächere Weiſe, welche kaum vermögend iſt, einen vollſtändig präparirten Froſch, welcher noch ſtarke Vitalität hat, in Zuckungen zu verſetzen. Sie beſteht darin, daß drey verſchiedene Leiter, die bloß aus der zweyten Claſſe ſind, den Kreis bilden, ohne Dazwiſchenkunft eines Metalles oder eines Leiters der erſten Claſſe. Dieſen Fall ſtellt fig. 142. vor, wobey t der Schenkel des Froſches und eigentlich der harte tendinöſe Theil des musculus gaſtrocnemius iſt, welcher den Rumpf m, oder die Rückenmusſkeln, oder auch die Iſchiadnerven, woran man den genannten tendinöſen Theil bringt, berühret, indem an die Berührungsſtelle Blut oder die viskoͤſe, ſeifenartige, ſalzige Feuchtigkeit gebracht iſt.

Hieraus ſchließt nun Herr **Volta**, daß dieſe neuen Thatſachen das Princip, daß nämlich die Leiter durch heterogene Berührungen, d. i. zwey verſchiedener unter einander, zu Erregern der Elektricität werden, zum Erſtaunen allgemeiner machen, und das ſchöne Geſetz, welches daraus fließet, beſtätigen, daß nämlich zur Entſtehung eines elektriſchen Stromes nothwendig wenigſtens drey verſchiedene Leiter den Kreis bilden müſſen. Man habe daher gar nicht nöthig, zu irgend einem eingebildeten andern Princip einer eigenthümlichen und activen Elektricität der Organe ſeine Zuflucht zu nehmen. So ſind alſo nach Herrn **Volta's** Unterſuchungen die bisherigen Entdeckungen in Anſehung der ſo genannten thieriſchen Elektricität für die Phyſiologie, wie man anfänglich glaubte, nicht aufklärend und fruchtbar geweſen, jedoch aber deſto mehr für die Naturlehre im Gebiete der elektriſchen Erſcheinungen.

Richard Fowler *), ein ſchottiſcher Arzt, welcher in Hunter's Geſellſchaft die galvaniſchen Verſuche wiederhohlet und geprüft hat, gibt für die Verſchiedenheit dieſer Erſcheinungen von den elektriſchen folgende Gründe an: 1. ſeyn hier nicht eine, ſondern zweyerley metalliſche Subſtanzen unumgänglich nothwendig; 2. habe der Wille des Thieres keinen Einfluß auf die Hervorbringung dieſer Erſcheinungen, wie dieſes in Abſicht der elektriſchen Erſcheinungen beym Zitterrochen der Fall ſey; 3. ſtänden in der Skale der Elektricitätsleiter Kohle und Queckſilber höher, als die thieriſchen Flüſſigkeiten oder Waſſer, dagegen hier der Fall umgekehrt ſey; 4. der auszeichnendſte und wichtigſte Unterſchied des Galvanismus und der Elektricität beſtehe in der Wirkung auf Zuſammenziehung oder Reitzbarkeit der Thiere und Pflanzen. Elektricität zerſtöre dieſe Kraft, der Galvanismus hingegen mache, daß die Thiere länger reitzbar bleiben, und ſchütze ſie vor Fäulniß.

Herr Dr. Pfaff glaubt aus ſeinen vielfach angeſtellten Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß die Materie, welche hier im Spiele iſt, eigenen Geſetzen zu folgen ſcheine, und vielleicht ſelbſt eine ganz eigene ſey, ob ſie gleich in verſchiedener Rückſicht viele Aehnlichkeit mit der elektriſchen Materie zeige. Im Allgemeinen meint er von ihr folgendes behaupten zu können: daß eine wahre Circulation derſelben zwiſchen den beyden Armaturen durch die thieriſchen oder beliebigen feuchten Theile, welche eine Verbindung zwiſchen denſelben machen, Statt findet; daß dieſe Materie durch die eine Armatur aus- und in die andere einſtrömt, und zwar unter der Bedingung, wenn ſie wieder dahin zurückſtrömen kann, wo ſie ausgefloſſen iſt, d. h. wenn eine leitende Verbindung zwiſchen beyden Armaturen Statt findet; daß ſie Zuckungen oder eigenthümliche Empfindungen hervorbringt, je nachdem ſie durch dieſe oder andere Nerven durchſtrömet; und daß die Wirkung

*) Experiments and obſerv. relative to the influence lately diſcovered by Mr. *Galvani* and commonly called animal electricity. Edin. and. Lond. 1793. 8.

Wirkung deſto größer iſt, je weniger andere Leiter außer den Nerven zu ihrem Zurückſtrömen vorhanden ſind, und je größer die Strecke des Nerven iſt, durch welchen ſie zurückſtrömt. Hierbey bemerkt er zugleich die merkwürdige Verſchiedenheit, daß beſtändig eine Armatur als **Nerven**- und die andere als **Muskelarmatur** am beſten wirkt, und zwar ſcheint die Wirkung am größten zu ſeyn, wenn die Armatur, in welche die aus der andern ausſtrömende Materie einſtrömt, den Nerven berühret, während dieſe, welche gleichſam die Materie aus dem thieriſchen Körper entbindet, und an ſich zieht, an die Muskeln angebracht wird. Auch findet er, daß die Zuckungen nicht allein in dem Augenblicke der Berührung beyder Armaturen, ſondern auch in dem Augenblicke der Trennung derſelben erfolgen, oft ſogar ſtärker als im erſten Falle. Er glaubt übrigens vollkommen überzeugt zu ſeyn, daß dieſe Erſcheinungen auf keine Weiſe durch die bloße Wirkung der Metalle auf einander erkläret werden können; daß die thieriſchen Theile, z. B. Nerven, hierbey eine andere Rolle ſpielen, als die eines bloßen feinen Elektrometers für die Elektricität der Metalle, unter welchen ſchon vorher ein Mangel an Gleichgewicht Statt fand, oder in den Verſuchen erſt erzeuget ward. Er wagt es aber nicht zu entſcheiden, ob die Materie, welche ſich hierbey wirkſam zeiget, der elektriſchen Materie analog, oder ſpecifiſch von ihr verſchieden ſey, und daher vielleicht noch für die Phyſiologie aufklärend und fruchtbar ſey.

Herr Dr. **Well** iſt der Meinung, daß alle die hierher gehörigen Erſcheinungen elektriſchen Urſprungs ſind, und daß die Elektricität keines Weges im thieriſchen Körper vor der Applicirung der Metalle ſchon erregt ſey, ſondern erſt von außen her auf die Theile derſelben wirke. Er ſagt, man unterſcheide beſtändig zwey Arten natürlicher Körper als verſchieden, wenn man die unterſcheidenden Merkmahle, auch bey der Aehnlichkeit der am mehreſten auffallenden Eigenſchaften bey genauerer Unterſuchung der Zahl noch größer findet, als die übereinſtimmenden. Wenn folglich zwey Subſtanzen

ſtanzen mehrere Eigenſchaften mit einander gemein haben, während ihrer Unterſchiede nur wenig ſind, und keiner von dieſen ſchlechterdings einem ſolchen Schluſſe widerſpricht, ſo ſchließen wir mit vieler Zuverſicht, daß ſie einerley ſind, ob wir gleich nicht erklären können, warum ihre Aehnlichkeit nicht vollkommen iſt. Es haben daher auch alle diejenigen, welche ſich mit der Unterſuchung der Natur des Einfluſſes, deſſen Wirkungen in den galvaniſchen Verſuchen ſo offenbar ſind, beſchäftiget haben, ihn ziemlich allgemein und mit allem Rechte für elektriſch gehalten, weil ſeine Leiter und die der Elektricität dieſelbigen ſind. Man hätte zwar Gründe gegen die Identität beyder Einflüſſe vorgebracht, ſie ſeyn aber theils unerheblich, theils nicht mit hinlänglicher Genauigkeit erwieſen. Was aber beſonders dieſen Einwurf betreffe, daß in keinem Verſuche mit Thieren, welche nach Galvani's Art zubereitet ſind, die Erſcheinungen von Anziehung und Repulſion bemerkt werden, die wir für Zeugniſſe des Daſeyns der Elektricität halten, ſo könnten dieſe bey den galvaniſchen Verſuchen eben nach den beſtimmten Geſetzen der Elektricität nicht vorfallen. Denn da erwieſen ſey, daß von Natur kein zerſetztes oder freyes elektriſches Fluidum in den Nerven und Muskeln der Thiere zugegen ſey, ſo könne auch kein Zeichen von Anziehen und Abſtoßen darin vor der Applicirung der Metalle oder der Kohle wahrgenommen werden; nach ihrer Applicirung aber werde das Gleichgewicht des Einfluſſes niemahls geſtört, ohne daß nicht zu gleicher Zeit die Mittel zu ſeiner Wiederherſtellung verſchafft werden. Um jene Erſcheinungen zu zeigen, müßten die Körper einen merklichen Zeittheil elektriſiret bleiben; auch ſey es bekannt, daß der Uebergang der Ladung einer leidner Flaſche von einer Belegung zur andern das empfindlichſte Elektrometer an der leitenden Verbindung nicht afficire.

Der Herr **von Humboldt** *) glaubt aus ſeinen vielfältig mit aller nur möglichen Sorgfalt angeſtellten Verſuchen

*) Verſuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaſer, nebſt Vermuthungen über den chemiſchen Proceß des Lebens in der Thier- und Pflanzenwelt, 1ter Band Berlin 1797. 8.

chen ſchließen zu können, daß das galvaniſche Fluidum von der elektriſchen Materie ſpecifiſch verſchieden ſey. Einen gedrängten Auszug aus deſſen Werke findet man beym Cavallo von Gotthelf Fiſcher *). Daſelbſt heißt es

Das galvaniſche Fluidum kann nicht bloß durch eine Kette mehrerer hundert Menſchen, welche mit einander in einer leitenden Verbindung ſtehen, durchgeleitet werden, ſondern es iſt auch nach der eigenen Erfahrung des Herrn von Humboldt fähig, bey ſeinem Durchgange Sinnesnerven zu afficiren. Wenn zwey Cantharidenwunden auf dem latiſſimus dorſi durch Zink und Silber bedeckt ſind, und man beyde Metalle durch einen eiſernen Draht verbindet, welcher mehreren Perſonen über die Zunge weggeführet iſt, ſo empfinden alle dieſe Perſonen einen ſauern Geſchmack, wenn die Rückenmuskeln anſchwellen oder contrahiret werden.

Das galvaniſche Fluidum unterſcheidet ſich übrigens von der Elektricität in folgenden:

1. Elektricität wird geleitet, beſſer oder wenigſtens eben ſo gut, von Knochen, als von Metallen; das galvaniſche Fluidum wird durch Knochen iſoliret.

2. Elektricität wird vollkommen geleitet durch Lichtflamme und Rauch; — das galvaniſche Fluidum wird durch beyde iſoliret.

3. Heißes Glas leitet die Elektricität; — das galvaniſche Fluidum nicht.

4. Elektriſche Materie wird durch luftdünnen Raum geleitet; — galvaniſches Fluidum nicht.

Elektricität iſt eine zuſammengeſetzte Flüſſigkeit, das galvaniſche Fluidum auch; ſie können daher, ohne gleichartig zu ſeyn, mit einander in Verwandtſchaft ſtehen, z. B. wie Blut und Milch, und die Frage, ob das galvaniſche Fluidum eine Modifikation des elektriſchen ſey, ſcheint nicht mehr Sinn zu haben, als die, ob Salpeter eine Art von Kochſalz ſey.

Neue

*) Cavallo vollſtändige Abhandlung der Lehre von der Elektricität. B. II. Leiz. 1797. 8. S. 302 u. f.

Neue Verſuche, welche zeigen, daß die belebten Organe ſich nicht bloß leidend als Elektroſkope verhalten, ſondern daß die wirkſame Flüſſigkeit in den Organen ſelbſt angehäuft iſt, und daß, eben ſo wie Metalle und Kohle, alſo auch tropfbare Flüſſigkeiten eine wichtige Rolle als Excitatoren ſpielen, ſind folgende:

1. Wenn ein lebhafter Froſch ſo präpariret wird, daß die obere Extremität mit der untern nur durch die Iſchiadnerven zuſammenhängt, und man dann in den erſten Minuten nach der Präparation einen Lendenmuskel mit den ſympathiſchen Nerven in leiſe Berührung bringt, ſo entſtehen Contraktionen, die nicht Folge mechaniſcher Erſchütterungen ſind.

2. Wenn bey minder erregbaren Organen homogene Metalle Nerven und Muskeln unmittelbar armiren, und ein einziges heterogenes Metall zwiſchen jenen liegt, ſo entſtehen keine Zuckungen. — Wird dieß heterogene Metall auf einer Fläche behaucht, ſo treten die Zuckungen augenblicklich ein; ſie verſchwinden aber wieder, wenn das heterogene Metall auf beyden Flächen beleget wird.

3. Kettenförmige Verbindung der Stoffe, auf welchen die ganze voltaiſche Theorie beruhet, iſt ſchlechterdings nicht nöthig. Wird bey Erregbarkeit ein Nerve mit Zink armirt, ſo entſtehen oft Zuckungen, wenn dieſer Zink mit irgend einem andern Metalle y irgendwo in Berührung tritt, ohne daß dieß y zugleich die Organe berühret.

4. Aldini's *) Verſuche hat Herr **von Humboldt** beſtätiget, nämlich daß gereinigtes homogenes Queckſilber Zuckungen errege, wenn es von Nerven und Muskel berühret werde.

Der galvaniſche Reitz wirkt auch durch die irritabeln Wirkungskreiſe der thieriſchen Materie aus der Entfernung durch, und dient zum Mittel, die Größe der Wirkungskreiſe zu beſtimmen, da mit abnehmender Erregbarkeit die geſchnittenen Nervenenden näher an einander gerückt werden müſſen.

Herr

*) Diſſertat. II. de animali electricitate. Bonon. 1794. 4.

Herr **von Humboldt** ſahe bisweilen Schenkel zucken, wenn er ſich ihnen mit einem Arme der Pincette nur auf ½ Linien Entfernung nahete.

Die belebte Nervenfaſer iſt als ein feines Anthracoſcop zu betrachten. Sie zeigt den kleinſten Theil von Kohlenſtoff an, welcher irgend einem Körper beygemiſcht iſt. Herr **von Humboldt** bemerkte, daß einige Abänderungen des lydiſchen Steines bey den galvaniſchen Verſuchen ſich, wie die Metalle, reitzend verhielten. Er unterſuchte das Foſſil chymiſch, glühete es mit ätzendem Alkali, und fand eine Spur von Kohlenſtoff, welcher die Urſache des Reitzes war. — Mit den Morcheln hat der Herr **von Humboldt** dieſelben Verſuche angeſtellet, welche dem engliſchen Chymiſten, **Gibbes**, mit dem Muskelfleiſche glückten. In Schwefelſäure verwandelte er ſie in Fett, in Salpeterſäure in eine wachsartige Maſſe. Sie haben eine eigentlich thieriſche Miſchung, und leiten in den galvaniſchen Ketten durch ſich ſelbſt, nicht bloß als befeuchtete Stoffe.

Herr **von Humboldt** meint, daß wir in der Kenntniß der organiſchen Materien wie in der Lehre von der Elektricität, dem Magnetismus, der Verdampfung, der Luft und Waſſerzerſetzung noch viel zu weit zurück ſeyn, um die großen Erſcheinungen des Galvanismus nur einiger Maßen vollſtändig zu erklären. Er trägt daher die neuen Fakta, abgeſondert von allen theoretiſchen Vermuthungen, vor: doch glaubt er, daß das, was wir bis jetzt über dieſe Gegenſtände wiſſen, zu folgenden Ideen leiten müſſe.

Beymiſchung des galvaniſchen Fluidums zu den Elementen der Muskelfaſer veranlaſſet dieſe Elemente, ihre relative Lage zu verändern, und jede Contraktion iſt Folge eines veränderten chymiſchen Miſchungszuſtandes. In der willkürlichen Muskelbewegung geht, gleichzeitig mit der Idee des Wollens, in dem Seelenorgane oder der Medullarſubſtanz der Nerven, welche Zweige von jenen ſind, ein chymiſcher Proceß vor, durch welchen mehr galvaniſches Fluidum plötzlich abgeſchieden, oder in die Nerven geleitet wird. Der

Entla-

Entladung der Nerven folgt daher fibröſe Erſchütterung. Durch die Erſchütterung wird das zugeleitete galvaniſche Fluidum entweder gebunden, oder verflüchtiget, und die Elemente der Muskelfaſer treten in ihre vorige Lage, d. h. die Turgeſcenz hört auf. Bey Krämpfen, oder convulſiviſchen Erſchütterungen geht dieſe plötzliche Sekretion des galvaniſchen Fluidums krankhaft, d. h. ungleichzeitig mit der Idee des Wollens vor. Wird ein Muskel gehindert, ſich zu bewegen, ſo ſtrömt die Flüſſigkeit in einen andern, wie die chorea der Kinder zeigt, die mit den Händen ſchlagen, wenn ihnen die Füße gebunden ſind, und unerträgliche Schmerzen empfinden, wenn alle freye Bewegungen an ihnen gehindert ſind, und der krankhaft angehäufte Stoff reitzend auf die Medullarſubſtanz wirkt. Dieſes Fluidum iſt wahrſcheinlich kein Nervenfluidum, ſondern der Muskularfaſer ſo gut, als der Nervenfaſer, eigen, nur mit dem Unterſchiede, daß es in beyden in ungleicher Menge abgeſchieden wird. Krankhafte Muskelbewegung hat daher ſehr verwickelte Urſachen, da ſie bald von der Sthenie der Nervenfaſer, bald von der Aſthenie der Muskelfaſer herrühret.

Außer der willkürlichen und krankhaften Bewegung muß auch auf folgende Weiſe unter den Bedingungen der galvaniſchen Verſuche eine Anhäufung vom galvaniſchen Fluidum in der Muskelfaſer entſtehen. Wenn ein Theil der Nerven frey heraus präparirt wird, ſo wird in dem von der Luft umgebenen Theile der Nerven eine größere Anhäufung von galvaniſchen Fluidum Statt finden, als in dem, welcher von Muskelfleiſch umgeben iſt. Denn wenn in beyden Theilen eine gleiche Menge von dem galvaniſchen Fluidum ſecerniret wird, ſo muß der Theil, welcher von den leitenden Stoffen umgeben iſt, in einem Zeitmomente ſchwächer geladen ſeyn, als der, welchem weniger galvaniſches Fluidum von der iſolirenden Luftſchicht geraubet wird. Bringt man daher nach dem obigen Verſuche, die Muskeln in unmittelbare Berührung mit dem entblößten Nerven, ſo muß eine Entladung, als

Folge der ungleichen Ladung entſtehen. Hieraus erklärt ſich, warum jener Verſuch mißglückt; erſtlich, wenn er zu ſpät geſchieht, zweytens wenn der Nerve nicht frey heraus präpariret, ſondern von leitenden Stoffen umgeben iſt, und drittens, wenn ſich der Muskel von dem entblößten Theile des Nerven nur in geringer Entfernung befindet. Denn in dem erſten Falle wird, da der entblößte Theil mit dem unentblößten, und dieſer mit dem Muskel organiſch zuſammenhängt, die Ueberladung bald aufhören, weil der ſtärker geladene Theil dem ſchwächer geladenen nach und nach, und von ſelbſt abgibt; in dem zweyten Falle findet gar keine Ueberladung Statt, weil allen Organen gleich viel von den leitenden Medien geraubet wird; im dritten Falle endlich wird ſich das Gleichgewicht von ſelbſt um ſo früher herſtellen, je näher ſich die Theile ſind. Der Verſuch geſchieht dann gleichſam immer zu ſpät.

Liegt aber der Hauptgrund galvaniſcher Erſcheinungen in den belebten Organen ſelbſt, ſo fragt ſich, wie wirken andere thieriſche, kohlenſtoffhaltige und metalliſche Stoffe dabey excitirend? Hierauf läßt ſich antworten: dadurch, daß ſie, indem ſie dem überſtrömenden Fluidum Hinderniſſe in den Weg legen, die Kräfte desſelben beym plötzlichen Durchbruche verſtärken. — Herr **von Humboldt** bezieht ſich hier auf analoge elektriſche Erſcheinungen; wie ſich z. B. frey liegendes Schießpulver durch elektriſche Schläge nicht leicht entzündet, wenn die elektriſche Materie durch vollkommene Leiter in das Pulver geleitet wird, die Exploſion hingegen ſogleich erfolgt, wenn die Leitung durch Halbleiter unterbrochen wird.

Wenn die Erregbarkeit der Organe ſo ſchwach iſt, daß ein unmittelbarer Contakt keine Zuckungen hervorbringt, ſo muß das galvaniſche Fluidum durch thieriſche Stoffe vom Nerven in den Muskel geleitet werden, um Contraktionen zu veranlaſſen. Iſt dieß Hinderniß zu ſchwach, ſo muß ihm ein größeres entgegengeſtellet werden. Man bedient ſich

dann,

dann, da das galvaniſche Fluidum als thieriſche Flüſſigkeit leichter durch thieriſche Stoffe, als durch Metalle ſtrömt, eines oder mehrerer homogener Metalle. Iſt auch bey dieſen der Durchbruch zu ſchwach, ſo wird die Anlage heterogener Metalle erforderlich. Kurz, die Kraft wirkt immer um ſo ſtärker, je größer das Hinderniß iſt, je mehr Flüſſigkeit ſich in dem Leiter anhäuft, und je ſpäter der Durchbruch erfolgt. Da die Leiter am Nerven und Muskel oft gleichzeitig anliegen, ſo entſtehen dadurch zwey Ströme. Das galvaniſche Fluidum ſtrebt eben ſowohl aus dem Muskel, als aus dem Nerven, die Leitung zu durchbrechen. Findet es von beyden Seiten gleiche Hinderniſſe, ſo werden ſich die durchgehenden Ströme in der Mitte der Leitung begegnen und ſich zurückdrängen. Hieraus erklärt ſich die voltaiſche Erfahrung, nach welcher Zuckungen entſtehen, wenn ein metallener Bogen an beyden Seiten mit verſchiedenartigen Säuren benetzt iſt. Liegen nämlich die erregbaren Theile in zwey Waſſergläſern, ſo wird, bey gleichen Säuren, nur die Hälfte des galvaniſchen Fluidums in das eine Glas zurückkehren. Bey ungleichen Säuren hingegen ſind die Hinderniſſe ungleich, der eine Strom bricht daher früher, als der andere, durch; reißt dieſen mit ſich fort, und nun kommen beyde Ströme in ein Glas. Die Wirkung muß alſo ſtärker ſeyn, wenn die ganze Kraft auf einen Punkt concentrirt iſt, als wenn ſie ſich in zwey Punkte vertheilt.

Aehnliche Betrachtungen der Leitung erklären die Urſachen, warum es z. B. nicht gleichgültig iſt, welches Metall an Nerven und Muskel anliegt, ob die Armatur weniger oder mehr Fläche darbietet, ob die Kette vom Nerven und Muskel ausgeſchloſſen iſt, d. h. ob die ſilberne Pincette erſt den Zink, und dann das Organ, oder in umgekehrter Folge berühret u. ſ. f.

Dieſe Theorie behält ihre Wahrheit, das galvaniſche Fluidum mag zuſammengeſetzt oder einfach, Elektricität, Magnetismus, Wärme- Säure- oder Lichtſtoff ſeyn. Sie

gründet ſich auf einfache dynamiſche Verhältniſſe, und zeigt die Möglichkeit, wie unter einerley Lage der Kettenglieder Zuckungen bald erfolgen, bald nicht erfolgen können. Sie erklärt die einfachen wie die zuſammengeſetzten Bedingungen der Erſcheinungen, den Fall, wo die Lende gegen den Iſchiadnerven zurückgebogen wird, und den complicirten Verſuch, in dem das eine heterogene Metall, welches zwiſchen den homogenen Metallen liegt, nur auf einer Fläche benetzt ſeyn darf. Sie ſchließt aber auch, und das iſt ein wichtiger Punkt, keinesweges die Mitwirkung anderer Nebenurſachen aus. Es iſt dem Urheber derſelben vielmehr ſehr wahrſcheinlich, und er zeigt es durch analoge Verſuche, daß die ſpontane elektriſche Ladung, in welcher ſich alle Metalle befinden, daß ihre Temperatur und chymiſche Affinitäten, und beſonders, daß der elektriſche Proceß, welcher bey Verdampfung von tropfbaren Flüſſigkeiten entſteht, die Hinderniſſe mannigfaltig modificire, welche das galvaniſche Fluidum bey ſeinem Durchſtrömen durch die Leitung findet. So wahrſcheinlich es daher auch iſt, daß bey jeder Temperatur durch die Metalle Waſſer zerſetzet werden könne, ſo unwahrſcheinlich iſt es doch, daß es in dieſer Zerſetzung, und in der dabey rege gemachten Elektricität die ganze Urſache der problematiſchen Erſcheinung liege. Wenn man Herrn Creve auch zugibt, daß das elektriſche Fluidum aus Hydrogen und Wärmeſtoff zuſammengeſetzet ſey; wenn man ihm auch zugibt, daß im Nervenmarke eine beträchtliche Menge Waſſer enthalten ſey; ſo löſet ſich dadurch die Frage doch nicht, wie galvaniſche Contraktionen erfolgen können, wenn man weder Metall, noch Kohle anwendet, ſondern vermittelſt einer Froſchleber den Nerven und Muskel verbindet. Geſetzt auch die Froſchleber habe die Eigenſchaft, Waſſer zu zerſetzen, iſt es denn wohl wahrſcheinlich, daß das minimum von Elektricität, welches aus einer ſolchen Zerſetzung entſpringen könnte, die Organe zu kräftigen Zuckungen reitzte, während daß eine ungleich größere Menge von Elektricität, die eine geriebene Glas-

röhre

röhre in den Nerven leitet, nicht eine Spur von Erſchütterung veranlaſſet?

Es zeiget auch die Schrift des Herrn **von Humboldt**, indem ſie die Grundzüge der vitalen Experimentalchymie durch eine große Zahl von Verſuchen darleget, welchen wichtigen Nutzen die Phyſiologie und materia medica aus den Erſcheinungen des Galvanismus ziehen können. Durch den Metallreitz iſt uns nämlich das erſte und beſtimmte Mittel in die Hände gegeben worden, den Zuſtand der Erregbarkeit einzelner Organe meſſen zu können.

Herr **von Humboldt** gebraucht den galvaniſchen Verſuch, um zu beſtimmen, wie die chymiſchen Stoffe (Hydrogen des Alkohols, Azote der Alkalien, Sauerſtoff des Arſenikkalks und der oxygenirten Kochſalzſäure), deren Einwirkung auf die ſenſible Fiber er in einfachen, binären und ternären Verbindungen unterſucht, die Reitzempfänglichkeit oder Energie der Organe erhöhen oder herabſtimmen, wie der große Proceß der Vitalität, welcher das gleichzeitige Reſultat mechaniſcher und chymiſcher Geſetze iſt, und unter ſteter Einwirkung des immateriellen Princips geſchieht, unterhalten und geſtört wird. Auf welche andere Weiſe könnte man erfahren, ob einem Cruralnerven die Solution von geſchwefelter Pottaſche in wenigen Minuten die Erregbarkeit geraubt, und ob demſelben dieſe Erregbarkeit durch Auflöſung von Arſenikkalk wieder gegeben ſey, wenn der galvaniſche Verſuch nicht zeigte, wie die Contraktionen plötzlich verſchwinden, und allmählig wiederkehren? — Mittelſt Opium und oleum tartari per deliquium iſt es bereits geglückt, eilf Mahl einem Organe die Erregbarkeit zu rauben und wieder zu geben. Die Verſuche über die Stimmung der Reitzempfänglichkeit durch chymiſche Stoffe können, wenn man ſie erweitert, und mühſam verfolgt, das Fundament einer rationalen Arzenеymittellehre werden.

M. ſ. verſchiedene einzelne Abhandlungen und Briefe von **Valli**, **Gren**, **Volta**, **Pfaff**, **Reil**, **Creve**, **Riel-**

Kielmayer, Voigt, Michaelis, von Humboldt, Well in Grens Journal der Phyſik B. VI. S. 371. 382. 392. 402. 411. B. VII. S. 323. B. VIII. S. 21. 65. 270. 303. 377. 389. Neues Journal der Phyſik B. II. S. 141. 471. 479. B. III. S. 165. 441. B. IV. S. 1. 107. Gothaiſches Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſchichte B. VIII. St. 4. S. 85. B. IX. St. 1. S. 124. 140. St. 2. S. 156. St. 3. S. 27. B. X. St. 4. S. 118. Journal der Erfindungen, Theorien und Widerſprüche in der Natur und Arzeneywiſſenſchaft. B. I. St. 1. S. 114. St. 2. S. 94. St. 3. S. 118. B. IV. St. 14. S. 128. St. 17. S. 121.

Ende des erſten Theils.

Tab. I.

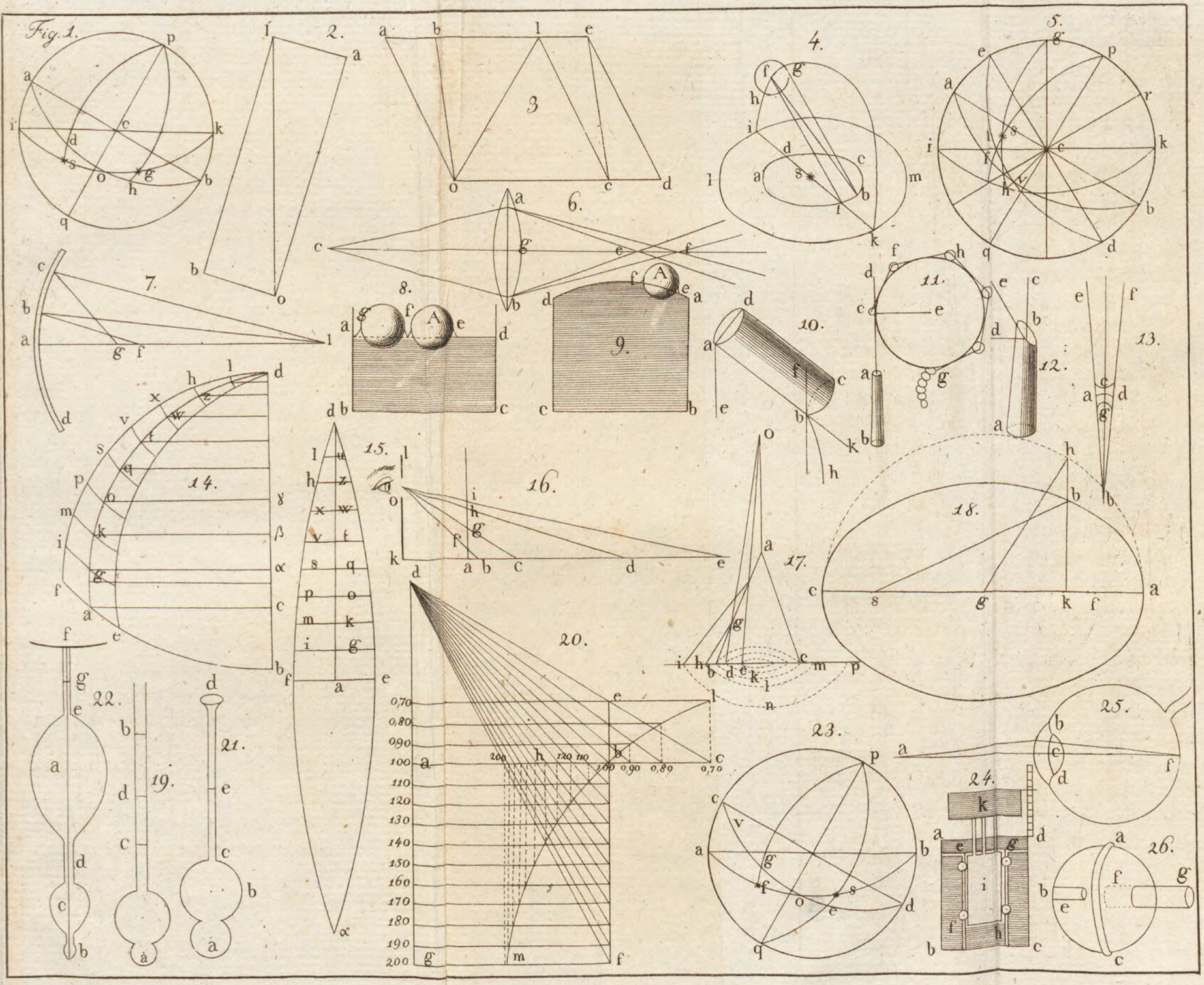


Fig. 1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
0,70
0,80
0,90
100
110
120
130
140
150
160
170
180
190
200

Tab. II.

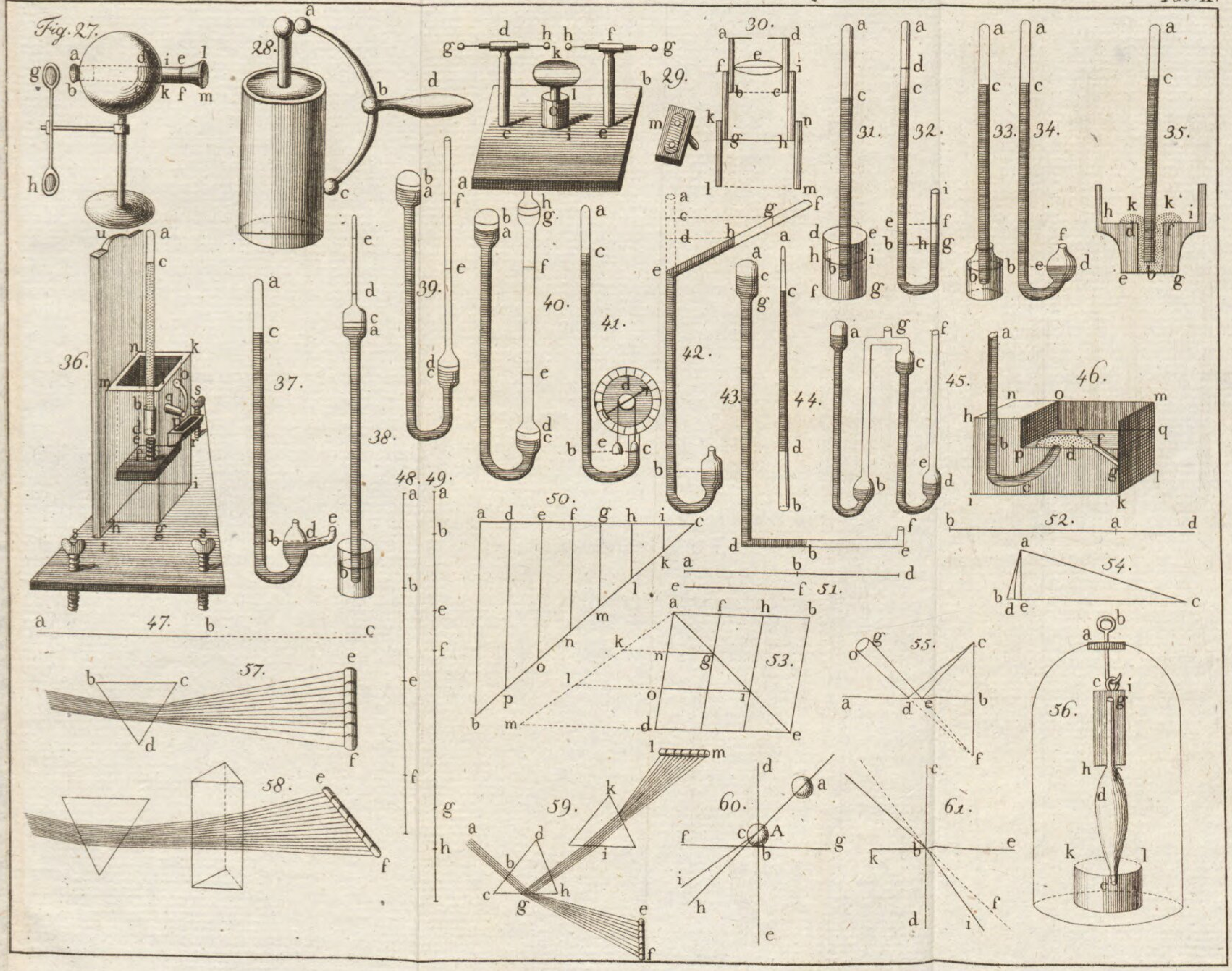
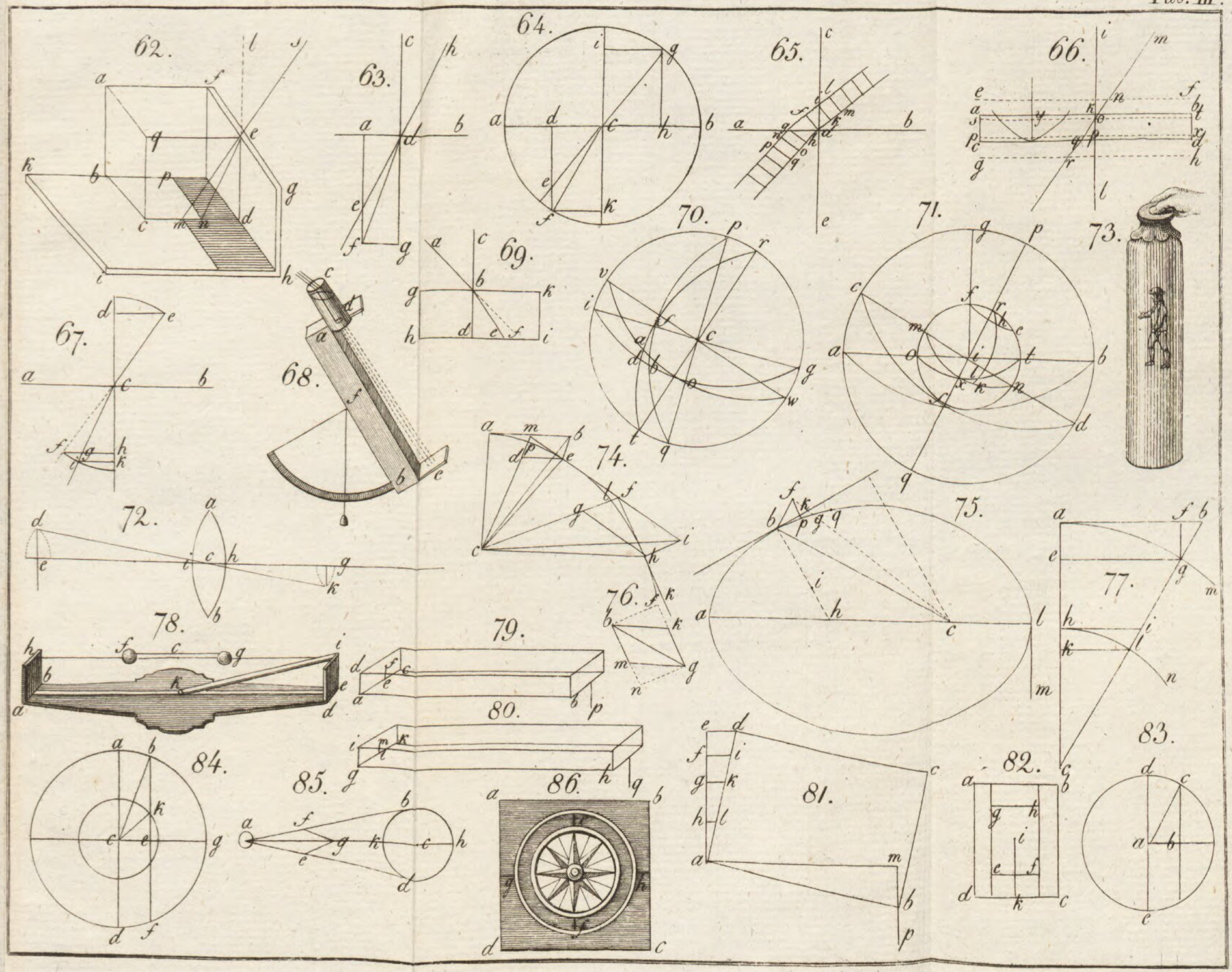
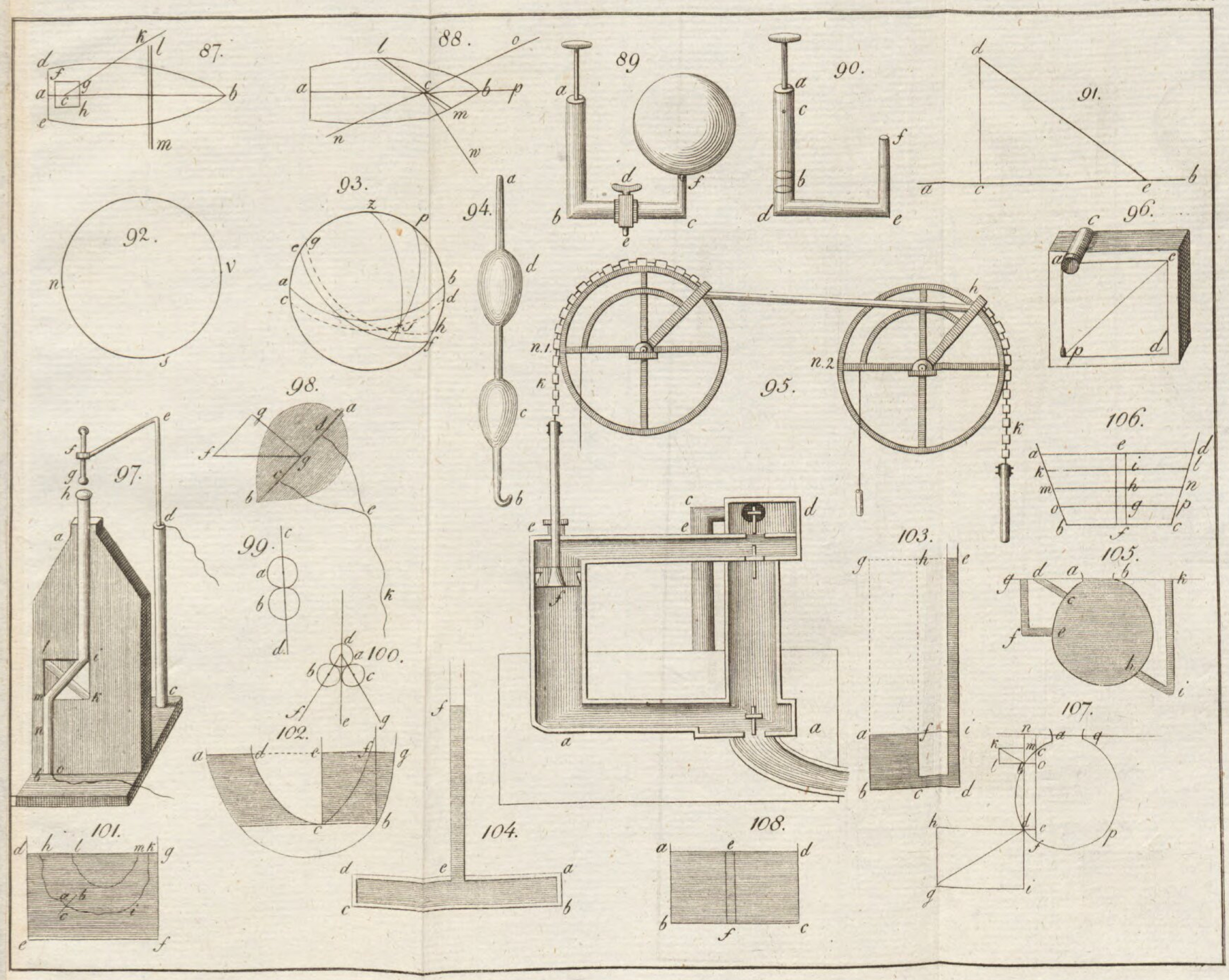
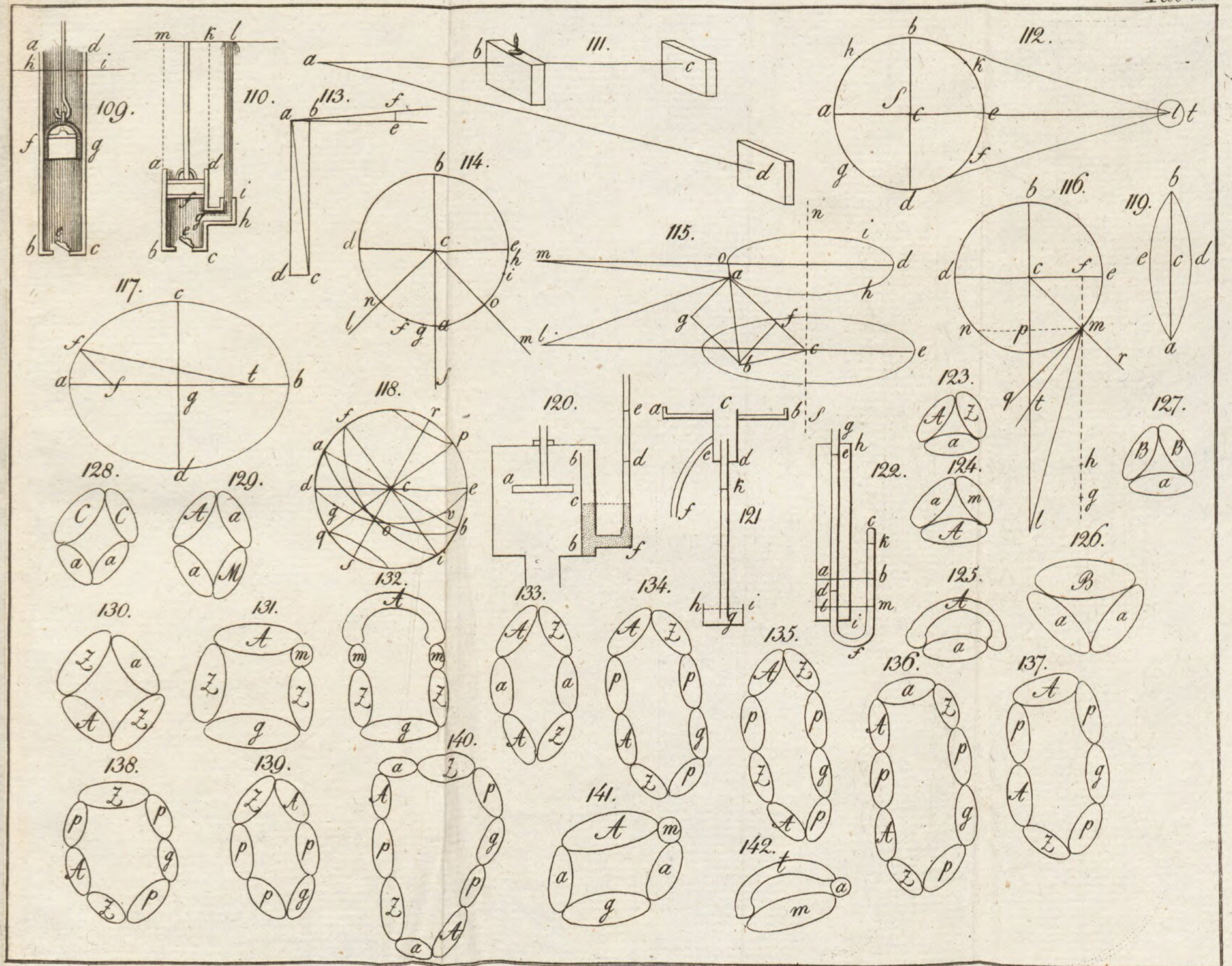


Fig. 27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.
47.
48. 49.
50.
51.
52.
53.
54.
55.
56.
57.
58.
59.
60.
61.


62.
63.
64.
65.
66.
67.
68.
69.
70.
71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.
80.
81.
82.
83.
84.
85.
86.


87.
88.
89
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.
101.
102.
103.
104.
105.
106.
107.
108.

Tab. V.


109.
110.
111.
112.
113.
114.
115.
116.
117.
118.
119.
120.
121
122.
123.
124.
125.
126.
127.
128.
129.
130.
131.
132.
133.
134.
135.
136.
137.
138.
139.
140.
141.
142.

BSB Bayerische StaatsBibliothek

MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fischer, Johann Carl, 1760-1833

Physikalisches Wörterbuch oder Erklärung der vornehmsten zur Physik gehö
rigen Begriffe und Kunstwörter Mit fünf Kupfertafeln in Quart

Bd.: 1

Göttingen 1798

Phys.g. 121 b-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131015-6
VD18 90032837